This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

600045947Z

Gen. C. 29

E. BIBL. RADCL.

1887 d. 49/2

600045947Z

8.55. C. 27.

E. BIBL. RADCL.

1887 d 22/2

GENÈVE. — IMPRIMERIE RAMBOZ ET SCHUCHARDT

RECHERCHES GÉOLOGIQUES

DANS LES PARTIES

DE LA SAVOIE

DU PIÉMONT ET DE LA SUISSE

VOISINES

DU MONT-BLANC

AVEC UN ATLAS DE 32 PLANCHES

PAR

ALPHONSE FAVRE

PROFESSEUR DE GÉOLOGIE A L'ACADÉMIE DE GENÈVE

TOME II

§ 284-532

PARIS

VICTOR MASSON ET FILS

PLACE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE

GENÈVE 1867

RECHERCHES GÉOLOGIQUES

DANS LES PARTIES DE

LA SAVOIE, DU PIÉMONT ET DE LA SUISSE

VOISINES DU MONT-BLANC

CHAPITRE XVII

MASSIF DU CHABLAIS

I. Généralités. Limites. Auteurs, § 284. — Orographie, chaînes semi-circulaires, côté de la vallée de l'Arve, côté de la vallée du Rhône, 285.

II. Montagnes au S.-E. des Voirons et sur la rive droite du Giffre. Mont Vouant, 286. — Gypse du Bouchet. Bogève, 287. — Déluge de Viuz. Pointe des Neus, 288. — Callovien de Viuz. Lias. Partie supérieure de la chaîne, 289. — Revers sud (lias). Oxfordien de Pouilly, 290.

Vallée de Boëge. Direction des vallées, 291. — Miribel (lias), 292. — Ermante. Lias, fucoïdes, 293. — Sur le Mont (oxfordien), 294.

St-Jeoire. Course aux Charmettes. Schistes à fucoïdes. Fossiles oxfordiens des Charmettes, 295. — Chavan. Somman, 296.

De St-Jeoire à Samoens. Don. Mieussy. Bloc urgonien. Terrasse, 297. — Matringe, coupe, fossiles de l'infra-lias. Lias, 298. — Résumé. Calcaire du Chablais, 299. — Tré Denta, Marcely, 300. — Taninge. Terrain houiller. M. Studer. M. Sismonda; réfutation, 301. — Coupe. Végétaux fossiles. Observation de M. Gœppert. Mes observations, 302. — Pointe de Marcely. Calcaire brèche. Bélemnite. Lias, 303. — Structure de la contrée. Dénudations, 304.

De Taninge à Samoens. Serpentine de la montagne de Loi. Amygdaloïde du Simmenthal, 305. — Jouplane, cargneule, Valentine, Suets. Moraine. Terrain crétacé, 306.

III. Les Allinges et les montagnes a l'est des Voirons et a

L'OUEST DE LA DRANSE. Allinges. La Rochette, Rovéréaz, § 307. — Macheret. Gypse de Lully. Chalet Marmoi, fossiles infra-liasiques, 308. — Coupe du mont Fourchu (infra-lias). Terrain erratique, 309. — Montagne d'Armone, lias, 310. — Lac d'Orcier, 311. — Lullin. Bellevaux, 312. — Niflon. Sarazine. Billiat, 313. — Vallonet, fucoïdes. Pierre-Saône, 314. — Roc d'Enfer, 315.

IV. LES BORDS DE LA DRANSE, DE SON EMBOUCHURE A BIOGE. Course de Thonon au pont de Bioge. Coupe : macigno alpin, trias, Armoi, 316. — Infra-lias, lias, infra-lias, trias, 317. — Structure de ces roches, 318.

V. BORDS DU LAC ET DU RHÔNE, DE L'EMBOUCHURE DE LA DRANSE A MONTHEY. Colline d'Evian. Cargneule de Vinzier. Macigno de Bonnaz, 319. — Roches de Meillerie. Auteurs, 320. — Coupes et fossiles, trias, infra-lias et lias, 321. — Résumé, 322. — Eboulement du Leucon, Tauredunum, 323.— Grès du Bouveret, 324. — Port Valais, 325. - Evouettes, Tauredunum, 326. — Gravier de Noville, 327. — Gypse de Draversa. Monthey. Blocs erratiques, 328.

VI. MONTAGNES SITUEES ENTRE LA DRANSE ET LE RHÔNE. Grammont, lias, 329. — Combre : col de Vernaz, mine de charbon. Cornette de Bise, 330. — La Chapelle, mont Chauffé. Fossiles kimméridiens, 331. — Notes sur ces fossiles, 332. — Conclusions de M. Mérian et de M. Oppel, 333. — La Chaux, superposition des fucoïdes au kimméridien. Le Sex, 334.— Montagnes de Bise, 335. — Darbon ou d'Arbon. M. Elie de Beaumont, 336. — Pelliouaz (lias). Blocs erratiques. Prétendue obsidienne. Vacheresse, 337. — Résumé sur la position du charbon, 338. — Montagnes aux environs de Bise. L'Haut. Dent d'Oche, moraine, 339. — Aux Neuves. Mémise. La Joux, 340.

Vacheresse. Tréchauffé, Orson, Forclaz, Au Cercle, Corbier, 341. — Gypse d'Abondance. Lias au sud d'Abondance. Montriond, 342. — Grange, 343.

De la chapelle à Morgins par la vallée, 344.— Par la montagne. Fucoïdes. Tréveneuse, 345. — Morgins. Source, 346. — Alpes noires, 347. — Grès de Troistorrents. Végétaux fossiles. Mines de Bex (note), 348. — Pentes de la Dent du Midi. Champéry, 349.

VII. RÉSUME DE LA CONSTITUTION GEOLOGIQUE DU CHABLAIS. Terrain glaciaire. Schistes à fucoïdes. Etage kimméridien, 350. — Etage callovien, du lias, de l'infra-lias, du trias, du terrain carbonifère. Ancien état du Chablais, 351.

I. GÉNÉRALITÉS.

§ 284. — Sous le nom de massif du Chablais, je désigne une région dont l'ancienne province de ce nom occupe la majeure partie. Elle est limitée de la manière suivante :

Boëge à l'E. des Voirons (cette dernière montagne constitue un massif à part, § 256), le cours de la Menoge jusqu'à son entrée dans la plaine, St-Jeoire, le cours du Giffre jusqu'à Samoëns, les cols de Golèze et de Coux, Monthey, le cours du Rhône jusqu'au lac Léman, les bords de ce lac jusqu'à la Dranse et la base des montagnes entre cette rivière et le col de Saxel, près de Boëge. On voit que j'ai joint à la province du Chablais : 1° à l'E., toutes les montagnes de la Suisse (Valais) entre le lac et la Viége (dans le Val d'Illiez) ; 2° au S.-O., une bonne partie du Faucigny. Ce massif, tel que je l'entends, comprend donc l'ancienne province du Chablais, augmentée des versants extérieurs des montagnes qui séparent ses eaux de celles des vallées voisines. Sa forme est à peu près celle d'un rectangle irrégulier présentant une longueur de 47 kilomètres environ du S.-O. au N.-E., de St-Jeoire à l'embouchure du Rhône, et de 36 kilomètres du S.-E. au N.-O., en suivant le cours de la Dranse. Ce massif ainsi déterminé est aussi naturel par sa configuration que par sa composition géologique ; nous étudierons d'abord la première, et nous donnerons ensuite un résumé de la seconde.

Les courses dans cette région présentent une certaine monotonie. On ne rencontre pas dans les montagnes peu élevées qui en font partie les magnifiques aspects des autres portions de la Savoie. Les roches d'ailleurs appartiennent en majorité aux terrains secondaires, sauf un lambeau de formation houillère; or, on ne peut établir de distinctions dans cet ordre de terrains qu'au moyen des fossiles, et le plus souvent on n'en trouve pas dans le Chablais. Le géologue ne peut donc se flatter de voir ses peines couronnées de résultats satisfaisants, et j'ai souvent senti combien j'étais impuissant pour déterminer l'âge des formations. A

l'exception de courses dans quelques localités privilégiées, j'ai, en général, regardé mes excursions en Chablais comme une épreuve de patience.

Si nous étudions les **auteurs** qui se sont occupés de cette contrée, nous trouverons que quelques savants ont fait des observations locales, et que M. Studer seul a décrit l'ensemble. Je n'indiquerai ici que les principaux travaux, me réservant de parler des autres dans la partie descriptive de ce chapitre.

En 1779, **de Saussure**[1], très-bref sur le sujet des montagnes du Chablais, faisait espérer une description plus complète qu'il n'a jamais publiée. En 1834, dans la *Geologie der westlichen Schweizer-Alpen* de M. **Studer**, on trouve des idées qui peuvent être appliquées au Chablais. En 1840, la Carte géologique de la France, par MM. **Élie de Beaumont** et **Dufrénoy**, figura ce pays; en 1845 et 1846 parurent les notes de M. Studer sur les terrains qui entourent le lac de Genève[2] et son *coup d'œil sur la géologie des Alpes occidentales* (traduction d'une lettre adressée à M. Léonhard[3]).

En 1847, je fis paraître des *Observations sur la position relative des terrains des Alpes suisses occidentales et des Alpes de la Savoie*[4]; en 1848, je fournis encore quelques renseignements dans un *Essai sur la géologie des montagnes placées entre la chaîne du Mont-Blanc et le lac de Genève*[5], et je donnai quelques explications sur ce sujet en montrant à la

[1] *Voyages*, § 324.

[2] *Actes Soc. helvétique de Genève*, 1845, 96.

[3] *Archives* 1846, III, 248.

[4] *Archives*, 1847, V, 120. *Bull. Soc. géol. de France*, 1847, IV, 996. *Edinburgh New Phil. Journ.*, janvier 1848.

[5] *Archives*, 1849, X, 314. *Bullet. Soc. géolog. de France*, 1849, VII, 49. *Actes Soc. helvét. Soleure*, 1848, 22.

Société Helvétique des coupes qui accompagnaient ce travail. En 1851, M. Studer publia une note sur le calcaire du Chablais [1], et un peu plus tard, il donna de nouveaux détails, dans sa *Géologie de la Suisse* (1851 à 1853), dans la carte géologique de ce pays qu'il a dressée avec M. A. Escher (1853) et dans une notice relative à cette carte [2].

En 1855, M. **Ph. Delaharpe** a décrit le gisement de la houille kimméridgienne du Bas-Valais [3]. En 1857, M. **Sismonda** écrivit des lettres sur la constitution géologique de quelques parties de la Savoie (avec des notes de M. Élie de Beaumont) [4], au sujet desquelles j'ai publié quelques observations [5]. En 1858 parut la Minéralogie et Géologie de la Savoie [6] de M. **de Mortillet.** En 1859, je publiai un *Mémoire sur les terrains liasique et keupérien de la Savoie* [7], où je parle de plusieurs localités du Chablais, entre autres de celles de Meillerie et de la Dranse, sur lesquelles j'avais obtenu d'importants renseignements de M. **Escher** de la Linth. M. de Mortillet, les ayant reçus de son côté, les a publiés dans sa notice sur le Trias du Chablais [8]. Je faisais nettement ressortir (p. 43) la position du grand quadrilatère liasique qui est le trait principal de la géologie de ce district.

§ 285. — **L'orographie** de ce pays présente quelques faits sur lesquels nous jetterons un coup d'œil. Les

[1] *Mittheil.* Comptes rendus de la Soc. d'hist. nat. de Berne, 1851, nos 216 et 218. *Archives*, 1851, XVIII, 234.

[2] *Archives*, 1852, XXI, 113.

[3] *Bull. Soc. vaud. des Sc. nat.*, 1853-1855, IV, 304.

[4] *Comptes rendus de l'Académie des Sc. de Paris*, 1857, XLV, 612, 942 et 947.

[5] *Archives*, 1858, I, 165.

[6] *Ann. de la Chamb. royale d'Agricult. et de Commerce de Savoie*, 1858.

[7] *Mém. de la Soc. de Physiq. et d'Hist. nat. de Genève*, XV, et à part.

[8] *Soc. florimont. d'Annecy*, 29 nov. 1855.

trois rivières principales sont : le Brevon qui vient du Roc d'Enfer; la Dranse du Biot qui prend sa source entre les cols de Golèze et de Coux, et la Dranse d'Abondance qui sort du revers N. des Alpes Noires. Ces trois rivières, dont les cours sont très-symétriques, se réunissent au pont de Bioge en un courant qui porte le nom de Dranse et qui se jette dans le lac de Genève près de Thonon; par leur disposition, ces cours d'eau divisent le pays en quatre grandes arêtes convergeant vers un point placé près du pont de Bioge, et il ne reste qu'un étroit passage aux eaux de ce bassin hydrographique. La direction de ces arêtes n'est pas celle des couches : de même que les rivières, elles ont presque la position de rayons partant d'un centre; les couches, au contraire, traversent le district à peu près du S.-O. au N.-E., en sorte qu'en suivant une couche on franchit successivement plusieurs cols.

Cette espèce de rectangle de montagnes est presque complétement isolé. Il est entouré sur trois côtés par la plaine du Rhône, par celle du lac et par la vallée du Giffre et de St-Jeoire. Du côté du S.-E., il s'appuie contre la haute chaîne du Criou et de la Dent du Midi, dont il est cependant séparé par les vallées du Clévieux et de la Viége (val d'Illiez), terminées à leur partie supérieure par deux contreforts nommés les cols de Coux et de Golèze; ceux-ci joignent les montagnes du Chablais à celles de la Dent du Midi, et sans eux ce massif serait complétement entouré de vallées.

On peut observer dans ces montagnes des **chaînes semi-circulaires** analogues à celles du grand district crétacé de la rive gauche de l'Arve (§ 354). Dans le Chablais les faits, quoique moins évidents, parlent encore assez haut pour se faire bien comprendre; surtout si nous joignons à ce massif la montagne des Voirons et celle du Môle,

réunion tout à fait convenable à ce point de vue, puisque ces montagnes sont voisines de celles du Chablais et qu'elles leur sont semblables par leur composition géologique, tandis qu'elles diffèrent de celles de la rive gauche de l'Arve. Pour démontrer la présence de chaînes semi-circulaires, je dois indiquer les directions des couches. Je le ferai aussi brièvement qu'il me sera possible ; toutefois je tiens à m'appuyer sur de Saussure, et je renverrai le lecteur à la citation que j'ai déjà faite (§ 192), où mon illustre compatriote insiste sur la disposition peu rectiligne des montagnes. D'un autre côté, si nous jetons un coup d'œil sur la direction des couches, nous verrons que, quoique ce savant en indique au Môle quelques-unes allant du N.-N.-E. au S.-S.-O.[1], il en signale d'autres courant du N.-N.-O. au S.-S.-E. Il ajoute encore : « Les couches qui au S.-O. « forment les bases du Môle, escarpées au-dessus de la « Bonne-Ville, se rapprochent d'être parallèles à la lon- « gueur de la montagne (qui elle-même est parallèle à la « vallée de l'Arve) ; elles courent à peu près du *Nord-Ouest* « *au Sud-Est*. » Du vieux château de Faucigny ces couches se dirigent du S. au N. vers les Voirons, comme je l'ai déjà expliqué, puis elles tournent vers l'E. et passent peu à peu de la direction N. 10° E. à N. 30° E. et même à N. 45° E. Sur ma carte géologique, la courbure de ces couches est indiquée de la manière suivante :

1° Le macigno alpin de la vallée de Boëge se courbe du côté du S. et vient s'aligner avec les calcaires de la base du Môle, qui sont parallèles à la vallée de l'Arve.

2° La ligne des cargneules triasiques s'étend de la vallée de la Dranse à Viuz, disparaît sous le diluvium et se montre

[1] *Voyages*, § 286.

de nouveau sur la face méridionale du Môle où elle est aussi parallèle à la vallée de l'Arve.

3° Les couches du bas de la chaîne du Miribel et de la pointe des Neus, qui sont en général dirigées du N.-E. au S.-O., se recourbent au S. pour former le Môle.

4° La zone des schistes à fucoïdes (*Ma*), qui traverse tout ce district, des montagnes d'Abondance à la Pointe d'Orchex, présente bien nettement la courbe dont je parle.

5° On voit encore cette courbe dans l'affleurement de la cargneule de Matringe, et à la Pointe de Marcely, au-dessus de Taninge. Je conclus donc que les couches extérieures (à la chaîne de Marcely) du massif compris entre la vallée du Rhône et celle de l'Arve, qui ont en général une direction du N.-E. au S.-O., se recourbent du côté du S. en s'approchant des flancs de cette dernière vallée, et quelquefois se recourbent assez pour être dirigées presque de l'O. à l'E.

On peut reconnaître leur inflexion du côté de la vallée du Rhône en regardant le Grammont et le terrain triasique au-dessus des Évouettes en Valais, ainsi que les schistes à fucoïdes (*Ma*) des environs de Vouvry. D'ailleurs, j'ai souvent rencontré dans les couches de ces montagnes la direction du N. 70° à 80° E. au S. 70° à 80° O. La courbure est donc bien prononcée. Par conséquent, je trouve dans le district du Chablais la même structure orographique que j'ai remarquée dans les montagnes crétacées de la rive gauche de l'Arve, et je puis établir *que les chaînes extérieures de ce massif sont dirigées, dans le milieu de leur longueur, suivant la direction générale de la chaîne des Alpes, et qu'elles se recourbent du côté de l'intérieur de cette chaîne vers leurs extrémités*. J'ai dit les *chaînes extérieures :* car, dans le centre du massif liasique du Chablais, cette courbure est

beaucoup moins marquée, et dans la partie S.-E. de ce district elle n'existe pas. L'affleurement des cargneules, qui lui sert à peu près de limite au S.-E., est rectiligne (sauf des déviations produites par la découpure des montagnes), et la grande chaîne crétacée du Criou à la Dent du Midi est également en ligne droite, de même que la chaîne de la Pointe Percée au mont Charvin, sur la rive gauche de l'Arve.

Si les montagnes du Chablais ont été recouvertes anciennement par une quantité de neige assez grande pour produire des glaciers, dont on reconnaît les moraines dans quelques localités, maintenant aucune d'elles ne conserve de la neige toute l'année. La montagne la plus haute est la Pointe de Grange qui s'élève à 2452 mètres au-dessus du niveau de la mer.

II. MONTAGNES AU SUD-EST DES VOIRONS ET SUR LA RIVE DROITE DU GIFFRE.

§ 286. — Les couches de la partie supérieure des Voirons qui se montrent au pont Moran, un peu au delà de Bonne, sont d'une nature telle qu'on les confondrait facilement avec la mollasse, si elles n'alternaient avec des grès grossiers et si la présence des fucoïdes n'attestait leur origine marine. Au-dessus d'elles et sur la rive gauche de la Menoge se trouve une montagne peu élevée (982 mètres) qui s'étend jusque dans les environs de Boëge et de Bogève. On la nomme le **mont Vuant** ou **Vouant**; elle est surnommée la Molire, parce qu'on taille beaucoup de meules de moulin dans le grès nummulitique très-dur qui la com-

pose; ses formes sont arrondies dans le haut, escarpées dans le bas, et ses couches sont le prolongement latéral de la Molire des Voirons.

Les cavernes qui y ont été créées par l'exploitation sont d'un aspect très-pittoresque. La plus grande avait, en 1846, 66 mètres de longueur, 20 mètres de largeur et 14 de hauteur. La roche de cette colline est un vrai conglomérat dont les cailloux et le ciment de grès offrent des éléments excessivement variés. Les cailloux sont des calcaires gris ou jaunâtres, des quartzites de diverses nuances, des schistes argileux, des schistes argilo-micacés, qui appartiennent au terrain houiller et renferment des traces de végétaux altérés par la décomposition des pyrites. M. de Mortillet y indique des *Calamites*, des *Neuropteris* et des *Sphenopteris*, semblables à ceux du terrain houiller de Taninge[1]. Mais ces végétaux, placés dans des cailloux, ne peuvent avoir aucune importance pour la détermination de l'âge précis du terrain qui les renferme. On y trouve encore des grès à fucoïdes, des granits à mica noir, des protogines, des pétrosilex plus ou moins micacés, des syénites à feldspath rose et une espèce de granit sans quartz, avec des cristaux de feldspath rose et du mica ou du talc vert. Enfin, j'ai cru y reconnaître du grès de Taviglianaz. L'observation bien positive de cette dernière roche aurait de l'intérêt en ce qu'elle fixerait l'âge de ce conglomérat par rapport à une des autres roches du terrain nummulitique. En général, la grosseur des cailloux qui y sont renfermés ne dépasse pas celle de la tête : cependant on en voit quelques-uns de beaucoup plus considérables, qui paraissent être de vrais **blocs erratiques de l'époque éocène.** Quoiqu'il

[1] *Géologie et Minéralogie de la Savoie*, 262.

ne soit pas facile de les mesurer exactement, parce qu'ils font partie de la roche, j'ai pu m'assurer qu'un bloc de poudingue à cailloux siliceux atteignait deux mètres de longueur et un de largeur ; un autre de grès micacé avait quatre mètres de longueur sur un mètre de largeur [1].

En examinant à la loupe diverses parties de cette roche, on y reconnaît quelques fragments de test d'acéphales, épais et striés, ainsi que de petits corps organisés de forme allongée, semblables à des épingles. Les couches plongent de 30° environ vers le S.-S.-E. Les éléments les plus grossiers sont en général à la base de chaque couche, les éléments moyens au milieu, et les plus ténus à la partie supérieure.

L'aspect ou le facies de la formation nummulitique des Voirons et du mont Vouant est fort différent de celui que présente ordinairement cette formation dans les montagnes du voisinage. On ne trouve ni aux Voirons, ni au mont Vouant le calcaire nummulitique ; le macigno alpin et le grès de Taviglianaz sont remplacés par un conglomérat grossier dont je n'ai trouvé l'analogue qu'à la Valerette ou Dent de Valère, sur les flancs N. de la Dent du Midi (§ 447).

La nouvelle route de Bonne à St-Jeoire a mis à découvert, sur le prolongement du pied de la Molire au-dessous de **Boissinge**, des grès nummulitiques en couches plongeant au S.-E.

§ 287. — En descendant du sommet du mont Vouant du côté du S.-E., on passe brusquement des grès nummuli-

[1] Ils rappellent les singuliers *blocs exotiques* de la vallée d'Habkeren près d'Interlaken, que j'ai eu le plaisir d'examiner en 1848 avec MM. Mérian, Studer et Murchison, et sur lesquels ce dernier savant a publié une note. *Quart. Journ. of the geologic. Soc. of London* 1848, V, 210.

tiques à du gypse triasique accompagné de cargneule, entre **le Bouchet** et Boissinge. Ce gypse est fort impur, mêlé de parties marneuses qui lui donnent une teinte grise, et il est recouvert de 12 à 15 mètres de glaise diluvienne, ce qui en rend l'exploitation difficile. Près de la rive gauche du ruisseau qui passe au hameau des Crêts, la cargneule est bien stratifiée. Elle n'est éloignée que de 10 mètres environ des grès micacés nummulitiques du mont Vouant. Il y a là une faille ou dislocation énorme, par laquelle les roches triasiques ont été juxtaposées aux roches nummulitiques. J'observai pour la première fois ce singulier arrangement en 1846; il était fort embarrassant, les cargneules et les gypses n'étant pas classés alors comme ils le sont maintenant. Ce ne fut qu'en 1861 que je trouvai la clef de cette situation, lorsque ces roches furent définitivement rangées dans le trias.

La cargneule occupe une large étendue dans la **vallée de Bogève**, sur le revers oriental du mont Vouant. Elle est masquée, il est vrai, en maintes places par des argiles diluviennes à cailloux striés et à blocs erratiques; on voit cependant qu'elle traverse la vallée de Boëge, et dans le N. elle paraît se diviser en trois branches qui sont, en réalité, les divers affleurements d'une même couche. L'une de ces branches passe dans la vallée de Lullin et va rejoindre les cargneules des bords de la Dranse; l'autre passe au sommet des Fourches d'Habère, et la troisième vient se cacher dans la plaine près **Cervens**; c'est là que j'ai pu fixer l'âge de ces cargneules, en les voyant surmontées par la couche à *Avicula contorta* (§ 308). Ce terrain se montre encore sur les bords de la Dranse et à Meillerie.

§ 288. — De la carrière de gypse du Bouchet il n'y a pas une grande distance jusqu'au **Déluge de Viuz**: c'est

ainsi qu'on nomme un grand éboulement qui eut lieu le 29 juillet 1715, et qui engloutit les trois hameaux de Fontaines, de Grèsarde et de Trabbe[1]. Il s'est produit dans des roches jurassiques reposant sur la cargneule. On y voit des calcaires cristallins à grains verts que je ne sais trop à quelle formation rapporter, des grès micacés, des calcaires jurassiques à bélemnites et des calcaires à silex qui appartiennent au terrain du lias.

Nous voici arrivés au pied de la chaîne de la **Pointe des Neus** ou des Brasses, que M. Necker nomme **Château Cornu**[2]; nous en examinerons la constitution avant de parler de la vallée de Boëge, et cet examen nous conduira jusqu'à St-Jeoire. On peut commencer à Viuz ou à Ville l'ascension de cette chaîne composée de couches qui formeraient une voûte si elles étaient moins redressées; mais elles sont tellement droites que la voûte a été comprimée. Du village de La Tour on voit très-bien cette structure (Pl. IV, fig. 7; *ox* = oxfordien ou callovien; *Lr* = lias rouge; *L* = lias et infra-lias; *ca* = cargneule). On trouvera donc, comme je vais le montrer, au centre de la montagne la couche la plus ancienne, et des deux côtés, les couches plus récentes rangées symétriquement. A cet ordre général il y a des exceptions, telles sont quelques couches renversées sur le versant occidental, qui plongent à l'E. contre la chaîne même. Près du hameau de l'Herbettaz, voisin du sommet, j'ai observé des lambeaux de couches horizontales qui sont un reste de l'ancienne voûte.

§ 289. — Au-dessus de **Ville** et de Viuz, on voit un calcaire marneux grisâtre contenant quelques fossiles mal

[1] Albanis Beaumont, *Alpes Grecques et Cottiennes*, 2e partie, II, 114.
[2] *Etudes*, 337.

conservés, qui paraissent se rapporter à des formes calloviennes et appartenir aux espèces suivantes :

Ammonites viator, d'Orb.
» Hommairei, d'Orb.
» Potingerii, Sow., sous le nom d'A. Chauvinianus.
Toxoceras, mal conservé, de forme callovienne.
Posidonomya Alpina, A. G.
Chondrites.

Cette roche appartient donc à l'étage callovien, et je pense qu'elle s'étend, en passant au pied de la chaîne qui limite la vallée de Boëge à l'E., jusqu'aux bords de la Dranse, près de la Vernaz où j'ai recueilli des fossiles calloviens (§ 317); je crois aussi l'avoir reconnue au pied du Miribel (§ 292).

Plus haut, sur le flanc de la montagne, dans une carrière de calcaire rouge, j'ai trouvé la *Belemnites Fournelianus* d'Orb. et la *B. umbilicatus*, un moule d'une grande *Ammonites*, un *Aptychus* et la *Terebratula subpunctata* David. Parmi ces fossiles, ceux qui sont déterminables caractérisent le lias. Ce calcaire se prolonge au N. et se voit aussi au pied du Môle.

Le tuf est en grande masse dans plusieurs localités et à diverses hauteurs sur le flanc de la Pointe des Neus, surtout près des Mogets; on peut facilement le confondre avec la cargneule. Au-dessus de ce dernier hameau abondent des calcaires plus ou moins cristallins, avec des rognons de silex; une couche dirigée du N. 20° E. au S. 20° O. renferme des *Pentacrinites*, voisines du *P. Nicoleti*, et forme le **Château Cornu**, l'une des sommités de la montagne. La Pointe des Neus, au S. de cette dernière, atteint 1522 mètres au-dessus du niveau de la mer, et la Croix de la

Joux, élevée de 1466 mètres, est un troisième sommet au S. de la Pointe des Neus. Le col de Vernant sépare les deux dernières cimes. Il est occupé par la cargneule qui, je pense, est triasique. J'ai recueilli, dans les rochers qui en sont voisins, des peignes se rapprochant du *P. Valoniensis* de l'infra-lias et une jolie *Rhynchonella.* Le col de Vernant est au sommet d'un vallon très-rapide, en partie creusé dans un calcaire schisteux rouge, qui recouvre la cargneule et qui se trouve au-dessous du calcaire à peignes, dont je viens de parler.

Je suis monté trois fois à la Pointe des Neus, cherchant des fossiles et n'en trouvant guère, mais jouissant des divers points de vue qui se présentent de cette sommité. Au mois de mai 1856, j'étais sur le Château Cornu lorsqu'arriva une bande joyeuse des habitants de Boëge, marchant en mesure au son aigu d'un fifre, auquel la rapidité et la longueur des pentes semblaient donner à chaque pas des accents nouveaux; en tête de ce cortége se trouvaient deux mariés du jour. En 1846, je faisais une halte près des chaumières délabrées de Vernant, dont l'aspect annonce une grande misère. Dans un mouvement de gaieté, je dis à l'un des habitants de ces tristes masures : « Hé, l'ami ! « Vous avez de beaux châteaux ici. » — « Hélas ! me ré- « pondit-il avec une grande tranquillité, hélas, Monsieur ! « chaque oiseau trouve son nid bien joli. » Il est inutile d'insister sur la mélancolique résignation de cette phrase.

§ 290. — En descendant de la Pointe des Neus du côté du **Val d'Omion**, je retrouve des calcaires à silex au delà de la cargneule, puis des schistes et des calcaires rouges avec une *Ammonites bifrons*, d'Orb., de l'étage toarcien. Cet échantillon est assez bien conservé pour faire espérer que, si on découvre le banc d'où il provient, on récoltera des

fossiles aussi beaux que ceux du Môle. Sur le versant oriental, on rencontre des marnes grises qui paraissent semblables à celles de Viuz et qui sont probablement calloviennes. Je me crois d'autant mieux autorisé à les classer dans ce terrain, qu'au-dessus d'elles on trouve des calcaires de couleurs variées, exploités comme marbre dans les carrières de Pouilly. Ils renferment des fossiles oxfordiens, tels que les *Ammonites Toucasianus, plicatilis, tortisulcatus?* et *perarmatus*. On a également recueilli des dents du *Sphærodus gigas*, comme l'a dit M. Pillet[1]. Le gisement de ces dents étant un peu différent de celui de l'*Ammonites plicatilis*, et ce *Sphærodus* appartenant au terrain kimméridien, il est assez probable que les terrains des environs des Cornettes de Bise et du mont Chauffé (§ 331) ont leur représentant près de St-Jeoire.

La roche oxfordienne se montre encore avec l'*Ammonites plicatilis* au rocher du Torchon, ainsi que dans une carrière sur la route de Taninge, près de St-Jeoire; elle est, dans les environs de cette petite ville, le prolongement du terrain observé à l'endroit nommé Sur le Mont, près Bellevaux (§ 294). La symétrie est donc complète entre les deux versants de la chaîne de la Pointe des Neus : on voit le trias au centre, la plus grande masse de la montagne est liasique, et l'oxfordien ou callovien occupe les parties extérieures. Si cette structure est assez simple, considérée d'une manière générale, elle est fort difficile à comprendre dans ses détails du côté de St-Jeoire. Il y a de grandes dislocations, des failles considérables, surtout près du village du Chable et sur la route si pittoresque qui conduit de St-Jeoire à Onion.

[1] Ossements trouvés en Savoie de 1850 à 1862, *Mém. de l'Acad. Imp. de Savoie*, V.

§ 291. — Avant d'aller plus loin, je veux encore dire quelques mots de la **vallée de Boëge** et de la montagne à l'E., qui est le prolongement de la Pointe des Neus. Cette vallée est large, ouverte, fertile et peu pittoresque; son sol est formé de terrains diluviens qui se distinguent mal des grès et des conglomérats décomposés des Voirons et du mont Vouant. Ces roches, en se désagrégeant, laisssent sur le terrain des cailloux roulés qui sont plus ou moins remaniés, ressemblant à de véritables graviers que l'on peut prendre pour des matériaux du terrain erratique.

Le passage de Boëge à la plaine par le col de Saxel offre peu d'intérêt : le calcaire des Voirons ne s'y montre pas ; le sol est formé des graviers dont je viens de parler et de grès fins du macigno alpin, qui se décomposent en une terre jaunâtre et contribuent à former la terre végétale dont la puissance est considérable; elle rappelle celle de la colline d'Évian qui se produit dans les mêmes conditions. Les blocs erratiques, particulièrement ceux de schistes chloriteux du Valais, sont nombreux au passage de Saxel ; j'estime qu'ils s'élèvent à 1050 ou 1070 mètres au-dessus du niveau de la mer.

M. Necker a remarqué que les **vallées du Jura** viennent presque toutes déboucher successivement dans la plaine suisse [1]. Il en est de même dans la vallée de Boëge, où l'on observe plusieurs passages ou vallons qui arrivent dans le bassin du Léman.

§ 292. — De Boëge on monte au sommet du **Miribel** ou **Mirebelle** en deux heures. Cette montagne, à l'E. de la vallée, est le prolongement de la Pointe des Neus dont je viens de parler. A sa base, au-dessus de Villars, se

[1] *Etudes géolog.*, 139.

trouve la grande zone de cargneule de la vallée de Bogève, au-dessus un calcaire gris, marneux, qui est le prolongement du callovien de Viuz, contient des fossiles indéterminables; plus haut vient un calcaire noir, où j'ai recueilli une natice. On voit en s'élevant une grande épaisseur de calcaire blanc, grisâtre, noirâtre, renfermant beaucoup de rognons de silex; des veines de spath calcaire traversent la roche et les silex.

En suivant le sentier de la Glappe, on verra des tufs calcaires à une très-grande élévation; puis, après avoir traversé des pâturages, on arrivera aux rochers des Martinets, formés par un calcaire rouge à silex, avec des *Belemnites;* entre ce rocher et le sommet de la montagne, j'ai trouvé une *Ammonites fimbriatus*. Je ne peux donner d'autres renseignements paléontologiques sur ces localités, parce que j'y ai cherché en vain des fossiles pendant plusieurs jours; cependant je crois le Miribel formé en majeure partie de terrain liasique. Mais comme les idées sur ce terrain et sur le trias sont plus arrêtées maintenant, qu'à l'époque où j'ai fait mes courses, peut-être classera-t-on mieux que je n'ai pu le faire les diverses couches de cette petite chaîne.

La stratification est assez dérangée dans le voisinage du sommet : quelquefois elle plonge au N. 15° E., ce qui donne aux couches une direction à peu près perpendiculaire à celle de la chaîne. Le centre de la montagne à Plaine Joux est formé par des calcaires marneux et des cargneules. Entre ces deux roches se trouvent des schistes argileux rouges et verts, dont la direction varie beaucoup (du N. 35° E. au N. vrai). Ces terrains sont le prolongement de ceux de la Pointe des Neus, et leur position normale se verra plus loin dans la coupe de Matringe.

En descendant au val d'Ouion à l'E. du Miribel, on voit

des calcaires à silex contenant la *Terebratula subpunctata*, Davids. de l'étage du lias, et ils sont associés à des calcaires dolomitiques, recouverts par des roches oxfordiennes, prolongement de celles de St-Jeoire. Celles-ci sont dominées à leur tour par la grande zone des calcaires à fucoïdes.

En résumé, la structure de la chaîne du Miribel est celle d'une voûte très-échancrée à Plaine Joux (entre les Neus et le Miribel), peu déchirée et presque complète au Miribel même, tandis que plus au N., dans la montagne d'**Ermante**, qui en est le prolongement, elle est fortement dénudée au sommet, ce qui donne à cette partie de la chaîne une forme très-jurassienne.

§ 293. — Du côté du N., la régularité de cette dernière montagne est remarquable; le centre est occupé par une arête de calcaire gris, renfermant des bélemnites, des huîtres et d'autres fossiles indéterminables; les deux combes à droite et à gauche par des calcaires bréchiformes jaunâtres, verdâtres et rougeâtres, en dehors desquels sont des crêtes de calcaire à silex. La cargneule qui affleure au Miribel ne se montre pas dans l'Ermante. La forme si régulière de cette montagne m'a frappé, et j'ai trouvé intéressant d'observer dans les Alpes, la reproduction des lois qui régissent le relief du Jura.

Les schistes à fucoïdes occupent une épaisseur énorme sur le revers oriental d'Ermante et forment le sol du passage de Jambaz. Près de Dorjon, ils renferment une veine de charbon peu épaisse, à peu près verticale et dirigée du N. 25° E. au S. 25° O.

§ 294. — La montagne d'Ermante est séparée de celle nommée **Sur le Mont** par le col des Mouilles qui est large et peu élevé. En le franchissant pour aller de Boëge à Con-

tamines, on laisse à sa gauche un énorme monticule de cargneule, qui ferme au N. la vallée de Boëge et la sépare de celle de Lullin. Dans la pente orientale de la colline appelée *Sur le Mont*, j'ai ramassé les fossiles suivants :

Ammonites plicatilis, d'Orb.
» Tatricus, Pusch.
» tortisulcatus, d'Orb.
» Achilles? d'Orb.
» perarmatus, d'Orb.[1]
Aptychus lamellosus.

Ces espèces sont de l'âge du calcaire des Voirons, classé dans l'étage oxfordien, et qui sera probablement bientôt regardé comme l'étage jurassique supérieur. La forme de cette montagne est celle d'une voûte moins rompue que celle d'Ermante. Je reviens maintenant à l'extrémité S. de cette chaîne, à **St-Jeoire.**

§ 295. — Cette petite ville est bien placée pour servir de centre d'excursions. De là on rayonne du côté de la Molire, de la Pointe des Neus, des Charmettes, des montagnes de Somman ; on peut visiter Matringe, la Pointe d'Orchex, le Môle, le Réret, etc., et atteindre Thonon en quelques heures, ce que j'ai fait plusieurs fois, en passant par la gracieuse vallée de Mégevette ou par les montagnes.

Comme je l'ai dit, la structure géologique des environs de St-Jeoire est très-difficile à saisir; je vais cependant rapporter mes principales observations, en allant d'abord au N.-E. du côté des Charmettes, puis sur la route de Taninge.

La course des **Charmettes** est facile à faire, on peut visiter, en partant de St-Jeoire, une exploitation de tuf ou-

[1] D'après M. Sismonda, *Comptes rendus de l'Ac. des Sc.* 26 oct. 1857.

verte sur les bords du Riche et suivre la coupure, profonde et pittoresque, qui sépare en deux parties le roc de Don, limite orientale du vallon de St-Jeoire; on peut également passer par l'extrémité N. de ce rocher. J'ai cherché en vain des fossiles dans le calcaire qui le forme; cependant quelques mauvais débris d'êtres organisés me font penser que cette grosse masse est oxfordienne, ou qu'elle représente les couches de la partie orientale du Chablais, classées dans le terrain kimméridien. Elle est si peu stratifiée qu'elle semble être un seul bloc.

Je n'ai pu découvrir aucun fossile déterminable dans les rochers de St-Denis et de Quinci, à l'E. du roc de Don; leur facies est corallien ou kimméridien; ils sont isolés et paraissent sortir de dessous les grandes masses de schistes à fucoïdes dont ils sont entourés. Dans le dernier de ces rochers, j'ai aperçu des traces de nérinées et d'ammonites indéterminables.

Dès que l'on a dépassé les calcaires blancs du roc de Don, l'on trouve une puissante formation de schistes calcaréo-marneux alternant avec des grès fins à particules charbonneuses, ressemblant à la mollasse. Cet ensemble de couches plonge à l'E. d'environ 35° à 40°. Les schistes renferment une grande quantité des végétaux fossiles que l'on nomme ordinairement **fucoïdes**, et qui se rapportent aux espèces suivantes, d'après les déterminations que je dois à l'obligeance de M. le professeur Heer.

Helminthoides labyrinthica.
Chondrites affinis, Stern.
» Targionii, Brong. var.
» arbuscula, Fischer-Oost.
» intricatus, Brong. var.
» Fischeri (Ch. æqualis, Fischer-Oost.)[1].

[1] Voyez Fischer-Ooster, *Die fossilen Fucoiden der Schweizer Alpen*,

« Les fucoïdes des dépôts éocènes, dit M. Murchison, « ont peu de valeur pour la classification géologique[1]. » Je crois, en effet, que des empreintes analogues se rencontrent dans la plupart des formations. Elles ne peuvent donc pas servir à les distinguer ; mais elles sont utiles pour caractériser un terrain, dans une région restreinte, lorsqu'il a été constaté qu'une seule roche en renferme dans cet espace. C'est ce qui a lieu ici. Je parlerai ailleurs d'une localité où cette formation repose d'une manière évidente sur le calcaire kimméridien (§ 334), ce qui fixe son âge.

Les chalets des Charmettes, dont les moins élevés sont à 1540 mètres au-dessus du niveau de la mer, sont bâtis sur des schistes à fucoïdes et entourés d'éboulements : ces roches s'enfoncent sous un calcaire jurassique. Il me paraît y avoir ici un grand renversement qui est le prolongement de celui de Matringe (§ 298). Près du col de Cordon et de la Tanière rouge, on a trouvé dans un calcaire semblable à celui de l'étage oxfordien des Voirons, des *Belemnites hastatus* (musée de Genève), une *Ammonites plicatilis* et une *Ammonites Toucasianus*.

Les Charmettes sont au pied de la **Pointe de Somman**, élevée de 2040 mètres ; au S. est celle de Rovagne. Une tradition assure qu'une fois par année, à minuit, six mulets chargés d'or et conduits par des étrangers, descendent de ce rocher. La Pointe de Rovagne et celle de Somman font

Bern 1858, et Schafhäutl, *Geognostische Untersuchungen des Südbayerischen Alpengebirges*, Munchen 1851. On trouvera des renseignements sur les fucoïdes dans les travaux suivants :

Bullet. Soc. géolog. de Fr., 1re série, V, 277 ; II, 151 ; III, 613, 652 ; 2e série, XVI, 899. *Quart. Journ.* 1846, 20 mai, 418. *Institut.* 1846, 400. *Myrianites*, Murchison, *Silur. Syst.* Pl. 27, f. 3. — Rozet, *Comptes Rendus*, déc. 1851.

[1] *Quart. Journ. of Geolog. Soc.* 1848, V, 227.

partie d'une chaîne qui se prolonge au N.-E. dans les pics de Savache, de Chalune et du Roc d'Enfer.

§ 296. — Un peu au N.-E. des Charmettes et au pied des pics précédents, dans un repli solitaire de la vallée de Bellevaux, se trouve le **chalet de Chavan.** On peut ramasser près de là, au col de Chavanette, quelques fossiles mal conservés; ce sont des *Belemnites*, des *Mytilus jurensis* et des *Lima Monsbeliardensis*. Ces fossiles, qui accompagnent une petite veine de charbon, ont assez de rapport avec ceux de la couche charbonneuse du mont Chauffé et de Combre (§ 330), pour faire penser qu'ils appartiennent au terrain jurassique tout à fait supérieur. Il m'a semblé que la Pointe de Somman est formée de roches de cet étage, colorées en rouge et en noir. Le Pic de Savache est de calcaire rouge jusqu'à mi-hauteur et de calcaire gris au sommet, tandis que celui de Chalune est d'une dolomie grise, qui paraît reposer sur les couches de la Pointe de Somman et qui en réalité est plus ancienne.

De nombreux troupeaux parcourent en été les magnifiques prairies du revers méridional de la pointe de Somman. Une couche de gypse triasique affleure au Praz de l'Évêque. Je n'ai jamais rencontré de région plus pauvre en fossiles que celle des montagnes liasiques que je décris en ce moment. On ne voit que des schistes plus ou moins argileux, des grès variés, noirs, verts ou rouges et en général altérés. La roche dominante est un calcaire brèche, très-remarquable, formé d'éléments de toutes grosseurs, et dont nous fixerons la position géologique en nous occupant de Matringe (§ 299).

On passe, en allant de Somman à St-Jeoire, une longue suite d'escaliers taillés dans une grande paroi de rocher.

La pluie qui me tenait une triste compagnie rendait cette descente peu agréable.

§ 297. — En me rendant de St-Jeoire à Taninge, je remarquai une ancienne moraine au pied du Roc de Don; elle est maintenant associée à du tuf, et son sommet coupé horizontalement par des travaux agricoles, est à 50 ou 80 mètres au-dessus du Giffre. Le rocher de Don est poli et strié jusqu'à une grande élévation au-dessus de la rivière; mais ces anciennes traces de frottement, dues probablement à un glacier, s'effacent chaque jour.

Aux **environs de Mieussy**, la vallée est beaucoup moins resserrée. Le sol change d'aspect et de nature; il est formé par les schistes calcaréo-marneux à fucoïdes, dont j'ai parlé à propos des Charmettes, et qui traversent toute cette partie de la Savoie jusqu'aux bords du Rhône en Valais.

Près de Mieussy, deux puissants dépôts glaciaires se rencontrent: l'un est venu des hautes montagnes environnantes[1], l'autre des grandes Alpes. En 1858, un guide intelligent m'apporta des *Radiolites neocomiensis* qui provenaient, disait-il, du revers oriental du rocher de Don. Je lui affirmai que ces fossiles ne pouvaient se rencontrer dans cette région, et pour nous mettre d'accord, il fut décidé qu'il me conduirait sur place. L'examen du sol me fit trouver, il est vrai, de nombreux *Radiolites neocomiensis*, mais ils étaient dans des blocs erratiques, et non pas en place; nous avions donc raison l'un et l'autre.

Dans le terrain glaciaire des environs de St-Jeoire et de Mieussy, les blocs venant de la vallée principale de l'Arve sont rares, il y a peu de schistes cristallins, pas de proto-

[1] A Messy on ne voit que du terrain glaciaire, avec des blocs calcaires liasiques provenant des montagnes qui dominent ce village.

gine, mais beaucoup de néocomien, d'urgonien, de grès vert, de calcaire nummulitique, de macigno et de grès de Taviglianaz, qui viennent certainement des environs de Sixt ou de Samoëns, où les terrains de même nature sont très-développés. La rareté des blocs de la vallée de l'Arve, dans celle du Giffre, est digne de remarque, surtout si l'on songe à la faible élévation de la chaîne qui sépare ces deux vallées à Châtillon (§ 283). En amont de Mieussy, une grande terrasse diluvienne, haute de 150 à 200 mètres au-dessus du Giffre, formait certainement une fois le fond de la vallée.

§ 298. — La position géologique du **gypse de Matringe**, que j'ai décrite en 1859 [1], présente un grand intérêt ; on y voit une coupe très-normale de l'étage infraliasique et du terrain triasique, que j'ai eu le plaisir d'examiner en 1861 avec MM. Studer, Hébert, professeur à la Sorbonne, Pillet, etc. Le chemin qui part de Mieussy conduit à la carrière de gypse, dans les environs de laquelle on rencontre les couches suivantes (Pl. VI, fig. 1) :

y) Couches de schistes à fucoïdes, les mêmes qu'aux Charmettes, fortement plissées et contournées.

x) Grosse masse de calcaire gris, de 50 à 70 mètres d'épaisseur, contenant des bélemnites et des coraux, traversée par des veines spathiques blanches. Les couches sont presque verticales et appartiennent probablement à l'étage oxfordien [2] ou à l'étage kimméridien. Ce rocher paraît être le prolongement de ceux des Charmettes et de la Pointe de Somman, il est sans liaison avec les couches suivantes dont il est probablement séparé par une grande faille ou dislo-

[1] Mémoire sur les terrains liasique et keupérien de la Savoie, dans les *Mém. de la Soc. de Phys. et d'Hist. nat. de Genève*, 1859, XV. M Vallet a reproduit cette coupe, *Bullet. Soc. géolog. de Fr.*, 1861, XVIII, 799.

[2] M. Hébert en a jugé ainsi, *Bull. Soc. géol. de Fr.*, 1861, XIX, 101.

cation. A partir de ce point, les couches se succèdent de bas en haut de la manière suivante :

1. Au milieu des débris tombés de la montagne et des cailloux erratiques, affleure une masse de *gypse associé à la cargneule*, qui a une hauteur de 15 mètres au moins, mais dont la puissance réelle ne peut être vue. Le gypse est blanc dans certaines parties, mais en général sale et même noir ; il renferme des cristaux de quartz d'un brun clair, bipyramidés. La silice, en cristallisant, semble avoir enveloppé de petites quantités de gypse. Ces cristaux ont la plus grande analogie avec ceux du muschelkalk supérieur de Freudenstadt en Wurtemberg. On sait que le quartz bipyramidé rouge, connu sous le nom de hyacinthe de Compostelle, se trouve dans les gypses triasiques d'Espagne. Dans les Corbières, M. Noguès a également signalé des cristaux semblables dans des gypses qu'il range à la partie inférieure du terrain liasique [1] ; mais ces roches pourraient bien être triasiques, si la science suit à l'égard des gypses des Corbières la même marche que pour ceux des Alpes. Enfin, M. Bryson a trouvé aussi des quartz bipyramidés dans le gypse salifère de l'Inde [2]. La cargneule est stratifiée et plonge sous les couches suivantes qui forment un escarpement considérable.

2. *Dolomies grises et roses*, de 20 à 30 mètres de puissance.

3. *Marnes rouges à taches vertes*, effervescentes avec les acides, dures et puissantes de 80 à 100 mètres [3]. Je

[1] *Bullet. Soc. géolog. de Fr.*, 1862, XIX, 501.

[2] *Proceedings of the Roy. Soc. of Edinb.*, 1860-61, IV, 456. *Archives*, 1862, XIII, 342.

[3] Elles ne sont pas dessinées dans la coupe avec l'épaisseur proportionnelle qu'elles devraient avoir.

n'ai vu nulle part, dans le cadre de ma carte, cet étage aussi bien développé, sauf peut-être sur son prolongement près de la Pointe d'Orchex de l'autre côté du Giffre; cependant on le retrouve ailleurs. Quoique je n'eusse pu découvrir aucun fossile dans ce groupe de couches, je n'avais pas hésité à le classer dans les *marnes irisées*. En 1859, je disais : « Lors même que ce calcaire rouge ne serait pas « exactement l'équivalent des couches de Hallstadt ou de « celles de Raibl, il doit être rapporté au terrain des « marnes irisées, » et je n'ai fait que répéter cette même assertion dans le compte rendu de la réunion de la Société géologique à St-Jean de Maurienne[1]. Les comparaisons avec les couches des Alpes autrichiennes n'avaient pas beaucoup de précision : il faut plusieurs fossiles identiques pour placer sur le même horizon des couches aussi distantes. Aussi ai-je trouvé que M. Hébert, dans sa note pleine de bienveillance relative à mon mémoire[2], me faisait rapprocher, plus que je n'en avais l'idée, les couches rouges de Matringe de celles de St-Cassian. Je n'ai donc pas de peine à admettre (s'il y a lieu) la rectification qu'il propose en traitant ce sujet d'une manière dont je n'ai qu'à le remercier[3].

4. *Calcaire grisâtre* en rognons, 2 mètres de puissance environ.

5. *Ardoise pourrie*, 0,70 mètres.

6. *Dolomie*, noire intérieurement et jaune à l'extérieur, 0,80 mètres.

[1] *Archives*, 1861, XII, 154.

[2] Note sur le travail de M. Favre, intitulé : Mémoire sur les terrains liasique et keupérien de la Savoie. *Bullet. Soc. géolog. de Fr.*, 1859, XVI, 610.

[3] Du terrain jurassique de la Provence, etc., *Bullet. Soc. géolog. de Fr.*, 1861, XIX, 101. On verra des couches semblables dans le travail de M. Levallois. *Ann. des Mines*, 1851, XIX, 650.

7. *Ardoise pourrie*, 1 mètre.

8. *Calcaire noir siliceux*, avec de petits cailloux siliceux de même couleur, des fragments d'os et de dents (1 mètre). On doit regarder cette couche comme un *Bone bed*[1].

9. Alternances de *calcaires noirs* et d'*ardoises pourries*, marneuses, ayant à leur base une petite veine de charbon d'assez bonne qualité, dit-on, mais peu abondant (12 mètres).

Les fossiles de ces couches sont les suivants, d'après les déterminations de M. l'abbé Stoppani :

Sargodon tomicus, Quenst.
Chemnitzia, sp.
» Sabaudiæ, Stopp.
» Mortilleti, Stopp.
» minuscula, Stopp.
Acteonina Valleti, Stopp.
» Pilleti, Stopp.
Natica Valleti, Stopp.
Turbo Billieti, Stopp.
Cerithium Stoppanii, Winkl.
» Lorioli, Stopp.
Pholadomya lariana? Stopp.
Mytilus psilonoti, Quenst.
Posidonomya Favrii, Stopp.
Avicula contorta, Portl.
» gregaria, Stopp.
Gervillia Wagneri, Winkl.
» inflata, Schaf.
Pecten Valoniensis.
» Valleti, Stopp.
Plicatula intusstriata, Emm.
» Archiaci, Stopp.
Ostrea nodosa, Goldf.

[1] Revue de géologie, *Ann. des Mines*, 1861, XX, 687, par MM. Delesse et Laugel.

Ostrea, sp.
Terebratula gregaria, Suess.
Metaporhinus Favrii, Stopp.

Cette dernière espèce offre une certaine importance, parce qu'elle représente le premier des échinides irréguliers qui, d'après M. Stoppani, ne commencent qu'avec le lias. Plusieurs des échantillons que j'ai recueillis ont été figurés par ce savant paléontologiste dans l'*Appendice sur les couches à Avicula contorta*, publié dans la Paléontologie lombarde, et on trouvera p. 187 des détails sur les couches de cet âge situées au N.-O. des Alpes principales.

M. Hébert, dans la note que je viens de citer, indique encore les espèces suivantes :

Cerithium ou Fusus.
Cardinia.
Mytilus minitus.
Avicula (Gervillia) præcursor, Quenst.
Terebratula gregaria, Suess.

M. l'abbé Vallet, de Chambéry, qui a beaucoup travaillé sur le terrain infra-liasique de la Savoie, a découvert en 1858, dans la couche 9, les petits gastéropodes dont je viens d'indiquer les noms. M. Martin de Dijon, auteur d'un excellent mémoire sur l'infra-lias du département de la Côte d'Or [1], a eu l'extrême obligeance de les examiner, et il n'a pas trouvé qu'ils eussent de rapport avec ceux de la Bourgogne ; il y a reconnu une *Chemnitzia* et deux *Littorina* dont l'une est de forme allongée et l'autre plus globuleuse.

Il n'est pas sans intérêt de rappeler qu'en 1857, feu M.

[1] *Mém. Soc. géol. de Fr.*, 1860, VII. Mém. n° 1.

Thiollière avait découvert une zone remplie de petits gastéropodes *au-dessus* du *Choin bâtard* et *au-dessous* du calcaire à gryphées arquées du Mont d'Or lyonnais.

Dans l'intéressant travail de M. Dumortier [1], il est parlé de nombreux gastéropodes de la division inférieure de l'étage sinémurien, au-dessus de marnes d'un violet verdâtre et d'un calcaire rose qui rappellent les couches 2 et 3 de la présente coupe. M. Dumortier indique encore de petits gastéropodes d'une belle conservation provenant de ce qu'il appelle la troisième zone du terrain sinémurien, au-dessus de calcaires rouges dolomitiques. Je donne ces indications à titre de renseignements, sans prétendre identifier l'horizon des gastéropodes de Matringe avec celui des gastéropodes du Mont d'Or lyonnais.

La présence du *Metaporhynus* de Matringe et des bélemnites dans les couches voisines de la Dranse, sont deux fortes raisons pour ranger les couches à *Avicula contorta* dans la série liasique.

10. Sur l'infra-lias repose le *terrain liasique*. La limite des deux étages n'est pas facile à voir, parce qu'elle est dans un escarpement énorme d'un accès difficile. C'est au lias que l'on doit rapporter, sans aucun doute, les calcaires gris-noirs avec et sans silex, qui sont au-dessus de l'infra-lias, et les calcaires noirâtres remplis de fossiles indéterminables, que l'on atteint dans un grand enfoncement ou ravin, situé à droite des couches rouges de Matringe. On gravit cet endroit escarpé par un sentier très-étroit. La première fois que j'y allai, une pierre tombant des hauteurs avec le sifflement et la vitesse d'une balle, arracha à quelques pieds de moi une touffe de gazon, et m'apprit que,

[1] *Bull. Soc. géol. de France*, 2e ser., XVI, 1067. Voy. aussi le mémoire de M. Locard, *ibid.* 1865, XXIII, 80.

dans les montagnes, les rochers qui dominent le voyageur peuvent être aussi dangereux pour lui que les précipices qui sont à ses pieds.

§ 299. — Je résume ici la coupe des terrains qui entourent le **gypse de Matringe**, en commençant par le haut et en employant les mêmes numéros (Pl. VI, fig. 1) :

10. *Terrain liasique* formant des escarpements, épaisseur très-grande.

9. *Infra-lias*, *couches de Kössen*, *zone à Avicula contorta*, calcaires alternant avec des marnes ; fossiles, petits gastéropodes, veine de charbon, veine ferrugineuse ; 12 mètres.

8. *Calcaire noir siliceux* (1 mètre), *Bone bed.*

7. *Ardoise pourrie* ou marne (1 mètre).

6. *Dolomie ;* 0,80 mètres.

5. *Ardoise pourrie* ou marne schisteuse ; 0,70 mètres.

4. *Calcaire en rognons ;* 3 mètres.

3. *Marnes rouges et vertes* (marnes irisées) ; 80 à 100 mètres.

2. *Dolomie grise et rose ;* 20 à 30 mètres.

1. *Cargneule et gypse.*

x) Calcaire blanchâtre, indépendant des terrains précédents.

y) Schistes à fucoïdes de Mieussy.

Telle est la coupe de cette intéressante localité, où le lias et l'infra-lias reposent sur des marnes rouges et des gypses du terrain triasique. En comparant entre eux un grand nombre d'endroits, j'étais arrivé à démontrer (dans le mémoire déjà cité) qu'il n'y a pas en Savoie de gypse placé dans le lias, et que toutes les roches de cette nature appartiennent au terrain triasique [1]. Cette classification est main-

[1] Il est vrai qu'il y a quelques gypses dans la mollasse tertiaire, mais je parle ici des grandes masses de gypse et de cargneule des Alpes.

tenant adoptée, si on se range à l'avis d'un savant fort compétent pour en juger : « M. Alph. Favre, dit M. Hé- « bert[1], a prouvé qu'en Savoie les gypses et les cargneules « étaient sur beaucoup de points immédiatement inférieurs « aux couches à *Avicula contorta*, et la Société géologique, « dans sa session extraordinaire de Septembre, a constaté « ce même fait sur un assez grand nombre d'autres points, « pour qu'aujourd'hui on puisse considérer comme démon- « tré que dans les Alpes de la Savoie les gypses et les car- « gneules sont toujours au-dessous de la base du lias et « qu'ils constituent la partie supérieure du trias. » Ce savant, après avoir examiné une partie de la Provence, classa certains gypses de ce pays de la même manière qu'en Savoie : « Les gypses, dit-il, font partie du trias et ne sont « pas intercalés dans la série jurassique. »

En 1859, le développement de ces idées présentait plus d'intérêt que maintenant, parce que le trias n'avait pas été reconnu sur une grande étendue dans les Alpes occidentales; qu'il me soit permis de citer encore une phrase tirée d'un travail du savant professeur de la Sorbonne ; elle fait comprendre quelle importance s'attachait alors à cette question. « Nulle part, y est-il dit, nous n'avons pu voir de « gypses véritablement intercalés dans la série jurassique, « et les conclusions du travail de M. Favre, qui paraissaient « alors si hardies, même aux géologues qui se sont le plus « heureusement occupés de la géologie des Alpes, se trou- « vent ainsi pleinement confirmées[2]. »

On voit combien la coupe de Matringe est intéressante. Mais cette localité partage ce privilége avec Meillerie et les bords de la Dranse, où les mêmes couches sont dans

[1] Du terr. jurass. de la Provence. *Compt. Rend. de l'Ac.* 1861, LIII, 836.
[2] *Bull. Soc. géol. de France*, 1861, XIX, 102.

des positions presque aussi nettes. La coupe de Matringe a encore une importance locale, car elle permet de classer dans le terrain du lias l'énorme massif de roches variées de la Pointe de Marcely, auquel j'avais donné provisoirement le nom de **calcaire du Chablais**[1] en lui assignant une puissance de 1500 mètres. Un calcaire brèche noirâtre, occupant un espace considérable dans les montagnes de la rive droite de l'Arve, m'avait paru être une des roches les plus importantes de cette formation. Je le rangeai d'abord dans le flysch, tout en signalant sa ressemblance étonnante avec les roches du lias[2], ce qui était assez naturel, puisqu'il a fini par être classé dans cet étage. J'avais cru reconnaître l'indépendance du calcaire du Chablais, parce que, entre St-Jeoire et Samoëns, il s'appuie au N.-O. sur des couches jurassiques et au S.-E. sur le calcaire nummulitique; la position de la couche n° 1, par rapport à la couche x (Pl. VI, fig. 1), et sa superposition apparente au terrain nummulitique près Samoëns avaient causé mon erreur. Je reconnais donc qu'il y avait un mélange de choses vraies et de choses fausses, dans ce que j'avais avancé il y a quelques années ; mais ce qui me console d'être classé parmi ceux que les terrains des Alpes ont entraîné à faire certaines confusions, c'est la nombreuse et bonne société dans laquelle je me trouve.

§ 300. — De la carrière de gypse, on peut descendre à la route et gagner Taninge en suivant les bords gracieux du Giffre, à travers le passage resserré des *Tré Denta :* c'est

[1] Essai sur la géologie des montagnes placées entre la chaîne du Mont-Blanc et le lac de Genève. *Bullet. Soc. géolog. de Fr.*, 1849, VII, 49, et *Archives*, 1849, X, 314.

[2] Observations sur la position relative des terrains des Alpes suisses occidentales et de la Savoie. *Bull. Soc. géol. de Fr.*, 1847, IV, 996. *Archives*, 1847, V, 120.

un grand rocher qui appartient, je crois, au lias, parce que les ammonites de la Pointe d'Orchex (§ 282) se trouvent dans son prolongement. Ce rocher se termine à l'E. par une belle surface de glissement qui dénote une faille.

On peut aussi se rendre à Taninge par un sentier très-pittoresque qui passe au hameau de **Marcely**. Entre ce village et la plaine, on remarque, dans un monticule boisé dont les couches sortent de la base de la Dent de Marcely, la succession suivante en allant de haut en bas (Pl. IV, fig. 7) :

1. *Calcaire noir (L)* avec et sans silex, alternant avec des schistes plus ou moins argileux et formant la grande montagne ; il appartient au terrain liasique et infra-liasique de Matringe.

2. *Un calcaire grisâtre dolomitique* d'un aspect particulier, que j'ai désigné dans ma collection sous le nom de muschelkalk??, sans avoir pu trouver à l'appui de ce nom d'autres preuves que son apparence.

3. *Grès blanc* ou quartzite *(q)*, noir à l'extérieur, qui est probablement l'équivalent du grès arkose ou grès bigarré.

4. *Poudingue* ou grès *(g)* d'un brun jaunâtre, très-micacé, qui fait partie du grès houiller dont je vais parler.

Au-dessous du village de Marcely, entre les Tré Denta et Taninge, on voit une accumulation de blocs qui paraît être la moraine d'un ancien glacier. Elle s'élève à environ 30 à 40 mètres au-dessus de la plaine arrosée par le Giffre. C'était peut-être la moraine latérale droite du glacier qui débouchait par la vallée du Foron, lorsque la température était telle que le glacier de Sixt n'arrivait plus à Taninge, mais que les sommités voisines de cette ville étaient encore occupées par des neiges.

§ 301. — J'arrive à **Taninge**, petite ville de la vallée

du Giffre, à 650 mètres au-dessus du niveau de la mer, au débouché du ravin du Foron et au pied du grand escarpement de la Pointe de Marcely qui la domine de 1516 mètres. A la droite du bourg, on remarque un monticule de calcaire (*c*, Pl. VI, fig. 7); il est probablement de même âge que celui désigné par le n° 2 dans la coupe précédente, et il repose sur les ardoises et les grès du terrain houiller (*h*), caractérisés par des empreintes de plantes abondantes près de la route des Gets. Les observations les plus intéressantes à faire dans les environs de Taninge sont relatives au terrain houiller et à la serpentine; la rive gauche du Giffre sera décrite ailleurs (§ 404).

Occupons-nous d'abord du **terrain houiller.** Le charbon de Taninge était déjà exploité en 1787; on en parle dans un article du *Journal de Genève*[1] en signalant un filon de 6 à 8 pouces d'épaisseur, qui avait été observé au moyen de trois galeries; les empreintes de plantes qui l'accompagnent étaient également connues. En 1850, M. **Studer** étudia les environs de cette petite ville avec M. Vilanova, actuellement professeur de géologie à Madrid. Ces deux savants recueillirent des végétaux fossiles; M. Ad. Brongniart les examina et reconnut des espèces du terrain carbonifère, entre autres le *Calamites cannæformis*, le *C. cistii*, des *Nœggerathia* et des *Asterophyllia tuberculata*. M. Schimper de Strasbourg a fait de son côté les mêmes déterminations, en y ajoutant des *Sphenopteris* et une *Stigmaria;* d'après lui, ces plantes, ainsi que les végétaux fossiles du col de Balme et de la Tarentaise, appartiennent à la période carbonifère la plus ancienne. M. Studer, en terminant son mémoire, disait qu'il ne voulait pas se hâter de se prononcer

[1] *Journal de Genève*, 1787, n° 9, 37.

sur l'âge des couches dont il avait parlé, mais que dans les Alpes les seuls caractères invariables des terrains sont ceux déduits de l'examen des corps organisés[1].

J'ai souvent visité les environs de Taninge, et en 1854 je signalai, à la Classe d'Industrie de Genève, une couche d'anthracite récemment découverte, de plus d'un mètre d'épaisseur[2].

En 1855, M. Studer fit une légère rectification à la carte de la Suisse (comprenant une partie de la Savoie) qu'il avait publiée avec M. Escher en 1853[3] : « Elles sont re-« couvertes, » dit-il en parlant des anthracites accompagnées de plantes houillères qui se voient dans le lit du Foron près Taninge, « par un puissant terrain de grès « schisteux et de brèches calcaires sans fossiles caractéris-« tiques, et difficiles à séparer des grès et schistes à anthra-« cite et du flysch qui le recouvre. Ces schistes à anthracite « ont été trop étendus sur notre carte géologique, et j'avais « cru devoir regarder comme du flysch tout le terrain qui « les recouvre. Un nouvel examen me fait pencher main-« tenant à réunir ce dernier au Jura oxfordien ou portlan-« dien. Cette correction est indiquée dans la petite carte « réduite qui accompagne cette notice. Si, d'après M. Élie « de Beaumont, l'on voulait réunir le lias de Bex au ter-« rain anthracifère, Taninge pourrait être pris pour un « chaînon intermédiaire, etc. »

M. Sismonda, qui a fait la carte géologique de la Savoie, s'est occupé de Taninge. Il signale des empreintes de fougères dans une mollasse ou grès très-micacé : « Au

[1] *Comptes rendus de la Soc. d'Hist. nat. de Berne*, 1851, n° 216-218, et *Archives*, 1851, XVIII, 234, et *Geol. der Schweiz*, 1853, 11 et 51.

[2] *Bull. de la Classe d'Industrie*, 23 octobre 1854.

[3] *Bull. Soc. géolog. de Fr.*, 1855, XIII, 149.

« facies, dit-il, on jugerait que ces empreintes sont de « l'époque houillère; mais si on considère, comme on doit « le faire, la nature de la mollasse et des roches dans « lesquelles elle est renfermée et plus particulièrement leur « gisement ou position relative, on abandonne bientôt l'idée « que toutes ces roches remontent à une si haute antiquité; « on ne peut pas même les croire contemporaines de celles « de Petit-Cœur et d'autres localités des grandes Alpes qui « contiennent également de pareilles empreintes, mais on « est porté à les croire de l'époque de la craie chloritée, « et je dirais même à les élever dans la série des terrains « jusqu'à la base du *Flysch* [1]. »

« Les rapprochements que je viens de faire, ajoute M. « Sismonda, ne sont que de simples conjectures dénuées de « toute autorité. » Ce savant envoya des végétaux fossiles à M. Ad. Brongniart qui y reconnut les espèces suivantes : *Lepidophloyos laricinum*, Stern., *Cladophlebris Defrancii*, Ad. Br., *Pecopteris muricata*, Ad. Br., feuilles de *Nœggerathia* ou du genre *Pychnophyllum;* c'est la plante décrite par Sternberg et Corda sous le nom de *Flabellaria borassifolia*, mais ce n'est pas un palmier.

« Cet ensemble de plantes, disait M. Brongniart, quoique « bien restreint, est tout à fait carbonifère et étranger aux « terrains plus récents dont le gisement ne laisse pas de « doute. » ..... « Je vous laisse juge de cette question, « écrit M. Brongniart à M. Élie de Beaumont, qui botani- « quement ne me paraît pas douteuse. » M. Sismonda croit que le combustible de Taninge est placé à la base du terrain nummulitique (§ 254), celui de Thorens à la partie

[1] Sur la constitution géologique de quelques parties de la Savoie, et particulièrement sur le gisement des plantes fossiles de Taninge. *Comptes rendus de l'Acad.*, 1857, XLV, 612.

moyenne et celui d'Arrache à la partie supérieure de cette formation. « En attendant, ajoute-t-il, ce qui reste dès à « présent démontré, c'est que, dans les Alpes, les fougères « houillères vivaient encore pendant que la mer déposait « les roches de la partie moyenne du terrain nummulitique. »

Je cherchai à réfuter cette opinion [1]. Le **général Portlock**, président de la Société géologique de Londres, en rendant compte de cette discussion, pensait « que ce n'était « pas en vain que j'avais rompu une lance en faveur de « l'importance des caractères fournis par les végétaux fos- « siles [2]. »

M. de **Mortillet** [3] a dit quelques mots des plantes de Taninge. Il les rapporte au terrain houiller et signale la présence de *Calamites*, de *Sphenopteris* et de *Neuropteris*.

§ 302. — Après avoir compris que les gypses et les cargneules représentaient le terrain triasique, je retournai à Taninge en 1859, et je publiai quelques détails nouveaux sur cette localité. On me permettra de les reproduire pour indiquer les relations des terrains entre eux : « Si on « remonte le torrent du Foron, en marchant tantôt sur ses « rives, tantôt dans son lit, on arrive dans un endroit qui « est connu sous le nom de Creux de Nonthey [4]. En pre- « nant la coupe de haut en bas, on obtient la section sui- « vante : on voit dans la partie supérieure les calcaires « variés, associés à des ardoises, etc. (*L*, Pl. VI, fig. 4). Je « les rapporte au lias. Ils font partie de la Dent de Marcely. « Au-dessous d'eux on devrait trouver les couches de

[1] Observations relatives aux Lettres sur la constitution géologique de quelques parties de la Savoie adressées par M. le prof. A. Sismonda à M. Elie de Beaumont. *Archives*, 1858, I, 165.

[2] *Anniversary Address*, 19 février 1858, p. CLIII.

[3] *Minér. et géolog. de la Savoie*, 1858, 145.

[4] On doit prononcer le *th* à l'anglaise.

« Kössen (infra-lias, *in*?), mais je n'ai pu y reconnaître « aucun fossile. Plus bas viennent les marnes rouges *(tr)*, « dont j'ai parlé dans la coupe de Matringe (et qui se « rapportent aux marnes irisées). Puis au-dessous on ren- « contre le gypse et la cargneule *(gy, ca)*, et enfin plus bas « encore se trouve le grès houiller *(hf)* parfaitement carac- « térisé[1]. » Ce dernier renferme des végétaux que MM. Brongniart, Heer et Schimper ont déclarés identiques à ceux du terrain houiller; quelques parties de la roche ont de l'analogie avec les poudingues de Valorsine, et certains bancs contiennent de grands troncs de calamites. On trouve donc ici la série très-normale du terrain jurassique en haut, du trias au milieu et du terrain houiller à la base.

M. le **professeur Heer**, qui a réuni de nombreux matériaux pour l'étude du terrain houiller en Suisse et en Savoie[2], regarde Taninge comme la localité la plus riche en espèces. Les plantes reconnues par ce savant sont les suivantes; les plus communes sont marquées d'un * :

Sphenopteris acutiloba, Stb. *
Neuropteris heterophylla, Br.
» auriculata, Br. *
» microphylla, Br.
Cyclopteris auriculata, Stb.
Odontopteris alpina, Sterb.
Pecopteris Beaumontii, Br.
» dentata, Br. *
» muricata, Br.?
» plumosa, Br.
» Pluckenetii, Br.

[1] Ter. liasique et keupérien, 1859, 37.
[2] Lettre de M. le prof. Heer à M. A. Favre sur le terrain houiller de la Suisse et de la Savoie, *Archives*, 1863, XVI, 177.

Sigillaria alternans (Stigmaria ficoïdes Aut.) les racines.
Lepidodendron Veltheimianum, Br.
Calamites Suckowii, Br.
» Cistii, Br.
» Saussurii, Heer.
Annularia longifolia, Br.
Cordaites borassifolia, Stb.
Rhabdocarpos Candollianus, Hr.

La mine de charbon de Taninge n'a jamais fourni de produits bien satisfaisants, et son exploitation a été plusieurs fois reprise et abandonnée. Nous pouvons donc ici vérifier la justesse de l'observation de M. Gœppert[1], d'après laquelle on n'a aucun espoir de trouver un charbon minéral de bonne qualité dans les dépôts de houille renfermant le *Lepidodendron Veltheimianum* ou *Sagenaria Veltheimiana*, qui figure dans la liste précédente. « Il serait « donc important, dit M. Schimper, avant de commencer « de grands travaux d'exploration dans un terrain dont l'âge « relatif n'est pas rigoureusement déterminé, de s'assurer « préalablement de son caractère végétal[2]. »

En sortant de Taninge par la route des Gets, on trouve des rochers calcaires (*c*, Pl. VI, fig. 7) avec des marnes jaunâtres ou rougeâtres. Le calcaire est gris ou noir, en plaques ou en rognons; bréchiforme ou jaspoïde. Il renferme des tiges de végétaux indéterminables. Les couches sont dirigées du N. 70° E. au S. 70° O. et plongent au N. 20° O.; elles finissent par être fortement redressées dans le haut; puis elles cessent tout à coup du côté de l'E. On

[1] Ueber die angeblich in dem Grauwaken- oder Uebergangsgebirge vorhandenen Steinkohlen, publié dans la *Wochenschrift* des *Schlesischen Vereins fur Berg- und Hüttenwesen*, 1859. — *Archives*, 1863, XVI, 129.

[2] *Le terrain de transition* des Vosges, 1862, 313.

ne voit alors que de la terre végétale, et cent pas plus loin on trouve le grès houiller micacé gris-brun *(h)*, renfermant beaucoup de végétaux fossiles. On peut croire à la présence d'une faille entre le calcaire et le grès houiller, cependant le second est inférieur au premier. J'ai eu souvent l'idée que ce calcaire, tout en appartenant à la formation triasique, était inférieur au gypse ; mais je n'ai pu trouver de preuves pour confirmer ou combattre cette supposition.

Le terrain houiller est très-développé sur la rive droite du Foron. On y voit des galeries servant à la recherche du charbon dont on a trouvé deux couches mesurant ensemble plus d'un mètre d'épaisseur. Une des couches du grès houiller dans le lit même du torrent renfermait, il y a quelques années, un grand nombre de fragments de *Calamites*, les uns debout et les autres couchés ; l'échantillon le plus considérable que j'ai pu obtenir atteint 60 centimètres de longueur sur 17 de diamètre.

§ 303. — L'ascension de la **Dent de Marcely** en partant de Taninge, n'offre aucune difficulté. Il n'en sera pas de même en y arrivant du côté du N., où le *Pas à l'âne* présente, dit-on, un véritable danger. J'ai fait trois tentatives pour atteindre le sommet. En juillet 1846, étant parti le matin de St-Jeoire, j'arrivai vers six heures du soir au col Peret (2119 mètres), sur la Crête de Roi, au N. de la Dent de Marcely. La nuit et un orage me forcèrent à demander l'hospitalité dans le chalet de M. Noble sur le bord du lac de Roi (1682 mètres) et le lendemain le sol étant couvert de neige, je dus descendre à Taninge.

Je fis une seconde tentative infructueuse, mais en 1848, après avoir passé la nuit au chalet de Chavan (vallée de Bellevaux), je pus enfin jouir de l'admirable vue de la Dent

de Marcely (2166 mètres). La température y était de 19° C. à trois heures après midi, tandis qu'elle ne s'élevait à Genève qu'à 22° C.; la différence entre ces deux nombres est bien faible pour des niveaux distants de 1758 mètres.

Quel que soit le côté par lequel on arrive sur la Dent de Marcely, on voit toujours les mêmes roches. Ce sont des espèces d'ardoises, en général de mauvaise qualité, noires, grises, rouges et verdâtres, fortement altérées, associées à des schistes argileux noirs contenant des traces de grands et de petits fucus, des schistes argilo-calcaires, etc.

Ces roches alternent avec des bancs de calcaire dolomitique et de **Calcaire brèche**, espèce de conglomérat, tantôt fin, tantôt grossier, composé de roches variées, en général calcaires, et de grès contenant des fragments de calcaire ou de dolomie jaunâtre, de petits fragments de schistes talqueux et de schistes argilo-micacés; on n'y voit pas de roches de cristallisation. Les cailloux, qui ne sont parfois que des petits grains, atteignent jusqu'à un volume de plusieurs pieds cubes. Cette formation renferme des bancs de calcaire siliceux noir, du vrai quartz lydien, et des couches sans silex, traversées par des veines spathiques, ainsi que des grès gris ou noirs, durs et micacés. A tout prendre, elle présente la plus grande analogie avec les masses liasiques de la Tarentaise; le calcaire brèche est tout à fait semblable au poudingue du col du Cormet d'Aime, du col Borson, de Trécol, etc. (chapitre XXIV).

Dans toutes ces roches, je n'ai guère trouvé d'êtres organisés, quoiqu'on ait signalé au sommet de la Pointe de Marcely ou Machilly une grande variété de fossiles[1]. J'y ai reconnu sur le chemin de la montagne de Loi, sur la

[1] Pictet, *Itinéraire des vallées autour du Mont-Blanc*, 1829, 163.

rive gauche du Foron, quelques traces de coraux qui rappellent le *Rabdophyllia sellæ*, Stoppani, de l'infra-lias. Un guide qui m'inspire toute confiance m'a soutenu que dans une *pierrière* (c'est le mot consacré pour indiquer un éboulement), entre Taninge et le Pra-de-Lie, il a vu quelques ammonites. J'avais trouvé précédemment à Vésine une empreinte de ce genre, que je n'ai pas gardée ne croyant pas alors les fossiles aussi rares dans ces montagnes. J'ai encore recueilli dans le calcaire brèche, au col de Morgins dans le Val d'Illiez, et près de là, à la Pointe de Tréveneuse, quelques bélemnites dont la détermination spécifique ne peut se faire. Le musée de Lausanne possède une bélemnite trouvée à l'O. de ces localités, aux Portes du Soleil, près du lac Vert. On rencontre fréquemment des fucoïdes dans les environs des Gets, à Essert-Renan près du Biot, et ailleurs.

J'ai parcouru cette formation en tous sens : de St-Jeoire à Taninge par le lac de Roi, de Taninge à St-Jeoire par le Pra-de-l'Évêque, de Bellevaux à la Pointe de Marcely, de Taninge au Biot par les Portes de Foron; j'ai fait l'ascension du Roc d'Enfer et de Chalune; j'ai passé aux environs des Gets et de Morzine, examiné plusieurs fois les bases et la cime de la Pointe de Grange, parcouru les sommités entre le col de Coux et Morgins, et la grande arête qui sépare ce dernier endroit des Cornettes de Bise, sans découvrir de fossiles. Il n'est donc pas étonnant que je n'aie pu établir de subdivisions dans ce grand massif plus ou moins liasique. Des circonstances semblables sont fréquentes dans la géologie des Alpes.

Je crois, en effet, que dans le terrain que j'ai indiqué sur ma carte comme appartenant au lias, parce qu'à Matringe il repose sur l'infra-lias, on reconnaîtra plusieurs forma-

tions. On arrivera probablement à établir des subdivisions dans cette masse de 1000 mètres de puissance environ; on découvrira peut-être dans ses couches des plis qui en augmentent l'épaisseur apparente, et l'on verra aussi que les marnes rouges analogues à celles de Matringe, qui apparaissent çà et là dans cet énorme massif, sont régulièrement disposées et appartiennent au terrain triasique.

§ 304. — Bien loin de reconnaître de grandes perturbations, j'ai cru voir du haut de la Pointe de Marcely une régularité frappante, l'ascension de cette montagne est d'un haut intérêt sous ce rapport. — De Saussure, en contemplant la vue du Cramont, a été saisi d'un enthousiasme que j'ai peu partagé; la vue de la Pointe de Marcely m'a captivé bien davantage; l'isolement dans lequel on se trouve ajoute au charme du spectacle, et de ce belvédère élevé j'ai reconnu la structure du pays avec une clarté et une précision dont les cartes ne m'avaient jusque-là donné aucune idée.

Du sommet, j'ai embrassé d'un seul coup d'œil la plus grande partie du terrain colorié comme lias sur ma carte: il s'étend au loin, et diffère par son aspect des montagnes qui le bordent au N. et au S. Il présente une série de **pics dont les escarpements sont tournés du côté du lac**, et dont les couches plongent en sens opposé. Ce sont : la Pointe de Marcely elle-même (2166 mètres), la Crête de Roi, la Pointe d'Uble, Chalune (2104 mètres), le Roc d'Enfer (2266 mètres), les montagnes voisines du mont de Lens au N. du lac de Montriond, et dans le lointain l'énorme Pointe de Grange (2452 mètres). Au N. de ces pics, les terrains ont une autre apparence : les montagnes sont arides et pointues, aux flancs escarpés et aux arêtes tranchantes; au S. le terrain liasique constitue un pays

mammelonné à formes arrondies ; une seule montagne, le mont Calli, s'élève un peu haut, entre les Gets et le Roc d'Enfer ; encore ses formes sont-elles si douces que le gazon la recouvre jusqu'au sommet. Le reste du pays est ondulé, sans rochers et couvert de magnifiques pâturages ; sa forme est celle d'un plateau sillonné par des ruisseaux coulant dans de profonds ravins, sans que la structure générale de la contrée en soit altérée. Plus au S., les couches se relèvent et forment une chaîne de **pics dont les escarpements sont tournés du côté des Alpes,** et dont les couches plongent du côté du lac. Ces pics portent les noms de Chamossire (au N. de Samoëns), Hautfords, la Vorla, Pointe de Mossetta (2297 mètres), Pointe de Chésery (2281 mètres), Cornebois (2236 mètres), etc., etc.

Les couches liasiques sont donc redressées contre le lac du côté du N. ; elles sont horizontales au milieu du massif et redressées contre les Alpes dans leur partie S. Ce terrain forme, par conséquent, un fond de bateau très-bien dessiné, qui se voit nettement du sommet de Marcely.

De Saussure[1] avait reconnu que les montagnes du Chablais présentent deux sens différents dans leur redressement. « La petite ville de Taninge, dit-il, est située à peu près au « point qui sépare les chaînes qui regardent le centre, de « celles qui regardent en dehors des Alpes. » Il paraît que sur la rive droite du Rhône, dans le canton de Vaud, cette structure se continue d'une manière plus ou moins marquée, si l'on en juge par la coupe des Diablerets à la Tour d'Aï, donnée par M. Studer[2].

Les **dénudations** gigantesques du massif liasique ont fourni une grande partie des éléments du diluvium et parti-

[1] *Voyages*, § 282.
[2] *Geol. der Schweiz*, II, 27.

culièrement la glaise bleue, si répandue dans le terrain glaciaire. On trouve de nombreux cirques creusés dans le flanc des montagnes; la Pointe de Marcely en offre plusieurs.

Il y a quelques veines de charbon très-minces dans cette formation : l'une est au-dessus du Chalet blanc, au pied de la montagne de Chalune; une autre dans la portion N.-E. de la montagne de Savache, au-dessus de Vésine; une troisième près du Pra-de-l'Évêque. Je crois que ni les unes, ni les autres ne peuvent donner lieu à des exploitations régulières.

§ 305. — On peut aller de Taninge à Samoëns par la plaine; en cheminant sur la rive gauche du Giffre c'est une jolie promenade; mais pour un géologue la manière la plus intéressante de faire cette course, est de passer par le sommet des montagnes de la rive droite de la rivière, en visitant un **grand massif de serpentine**[1]. Pour s'y rendre il faut gravir la montagne de la rive gauche du Foron; on passe sur le terrain houiller et on atteint la formation liasique ou le calcaire brèche. Dans les ravins dont l'eau coule du côté du village des Gets, et un peu au N. et à l'E. du chalet de la Rosière, à deux heures environ au-dessus de Taninge, on voit des blocs d'une serpentine souvent décomposée par les eaux et changée en une espèce d'argile rougeâtre. Cette roche elle-même est verte ou rouge et verte, à couleurs variées et assez belles pour que l'industrie l'utilise; elle est souvent d'une structure porphyroïde, et quel-

[1] J'ai publié une petite note à ce sujet. *Bull. de la Classe d'Industrie de Genève*, 23 octobre 1854. — Lorsque j'eus le plaisir de visiter cette localité avec M. I. Munier, cet aimable compagnon de course ne connaissait pas ce gisement, contrairement à ce qu'il est dit dans la *Minéralogie et géologie de la Savoie*, 131, par M. de Mortillet.

quefois traversée par des veines de métaxite; elle présente aussi l'apparence d'une brèche rougeâtre, renfermant des cailloux anguleux de grès houiller, en sorte qu'elle est moins ancienne que ce dernier terrain. Dans son voisinage on voit un affleurement de grès siliceux, connu dans l'endroit sous le nom de Pierre-à-feu, qui se montre en gros blocs renfermant du silex et des veines argileuses. Près du ruisseau au S. des chalets des Layï, **montagne de Loi**, apparaissent de grands rochers de serpentine d'un vert sombre.

Avec ces rochers on trouve des amas de craie de Briançon et une roche d'hypersthène d'un brun noirâtre associé à du feldspath verdâtre. Il est probable que cette dernière n'est pas très-développée, car en masse elle a un aspect aride, tel que celui des Cuchullins hills dans l'île de Skye. Dans la localité qui nous occupe, au contraire, elle n'est que trop recouverte de végétation pour la jouissance du minéralogiste [1].

Les schistes qui accompagnent la serpentine affectent diverses directions, la principale est celle du N. vrai. Ils sont noirs et souvent clivés en rhomboëdres ou semblables aux schistes verts du Valais et les serpentines paraissent être en couches dans ces schistes. Il est cependant difficile de s'assurer de leur gisement exact, la montagne étant couverte de pâturages et de bois. Cette formation se termine sur la rive gauche du large ravin qui descend de Jouplane aux Gets.

En résumé, les serpentines sont au milieu d'un massif liasique, et je serais disposé à croire qu'elles sont associées

[1] Ces roches sont souvent associées au terrain silurien, dans le pays de Galles, dans l'île de Skye et dans la baie de Christiana. Sir R. I. Murchison, *Siluria*, 1re édition, 104 et 319.

à des roches triasiques qui percent le lias. Elles sont stratifiées et ne présentent pas les caractères des roches éruptives. Les grès ou quartzites avec lesquelles elles se trouvent ont beaucoup de rapports avec des roches triasiques, et nous verrons que les serpentines du Petit St-Bernard (§ 672) ont un gisement analogue, mais mieux caractérisé, parce qu'elles sont moins recouvertes de terre végétale.

Quoi qu'il en soit, cette formation mérite d'attirer l'attention des géologues, d'abord parce qu'elle est seule de son espèce dans nos environs et dans la vallée de l'Arve, et parce que les géologues qui se sont occupés des alentours de Genève considèrent les roches de cette nature comme étant valaisannes. En second lieu, ce genre de roche est rare à une distance aussi grande de la chaîne centrale des Alpes. Il est vrai que l'on trouve des spilites dans des positions analogues; celles du Dauphiné sont bien connues, et M. Studer a décrit des amygdaloïdes au N. de Saanen [1] (Simmenthal), qui semblent perdues au milieu des chaînes secondaires des Alpes. Mais elles ne s'accordent, sous aucun rapport, avec celles du massif dont nous parlons. Pourrait-on trouver dans les serpentines voisines de Taninge l'origine des éléments du grès de Taviglianaz? Je ne le pense pas : ni leur nature minéralogique, ni leur âge ne me permettent de faire ce rapprochement.

Ces roches sont encore accompagnées de schistes argileux lustrés, légèrement effervescents avec les acides, analogues à ceux dont la Société géologique de France s'est occupée en 1861, et qui ont été désignés sous les noms de schistes calcaréo-talqueux, de schistes lustrés ou de schistes du mont Cenis [2]. On sait qu'ils sont associés, à Braman en

[1] *Annales des Sciences naturelles*, 1827, XI, 42.
[2] *Bull. Soc. géolog. de France*, 1861, XVIII, 742 et suiv.

Maurienne, à des euphotides, et ailleurs à des serpentines. Il est donc impossible de méconnaître l'analogie qui existe entre les formations de Taninge et celles de la Maurienne. Dans les deux contrées on trouve le terrain houiller à la base, le terrain triasique au-dessus, plus haut l'infra-lias et le lias; chacun de ces terrains présente un certain facies, qui est le même dans les deux régions. On y voit encore un ensemble de schistes lustrés et de serpentine dont les caractères géognostiques sont si peu appréciables qu'il n'a pu être classé définitivement. Malgré le vague qui reste encore dans l'ordre à établir entre ces groupes, les ressemblances sont frappantes.

§ 306. — Du gisement de serpentine on peut se rendre aisément à Samoëns. Je n'ai jamais fait cette course complète, quoique de Samoëns je sois monté sur les hauteurs du col de **Jouplane** (1730 mètres). Tous les environs de ce passage sont encore formés du calcaire brèche, des ardoises plus ou moins mauvaises, des schistes argilo-calcaires, des grès plus ou moins marneux, etc., du terrain liasique. C'est en vain que j'ai cherché les empreintes de plantes dont on m'avait, je crois à tort, signalé la présence dans les éboulements à droite du sentier de Samoëns à Jouplane.

La cargneule est très-développée dans la partie inférieure du ruisseau nommé **Valentine** à l'O. de Samoëns. Cette roche appartient à l'affleurement du terrain triasique qui se montre de Bex jusqu'ici, en passant aux cols de Golèze et de Coux. Elle disparaît sous les alluvions du Giffre pour reparaître de l'autre côté de la vallée, aux environs de Morillon, et continuer jusqu'à Châtillon. Dans cette ligne de gypse et de cargneule il s'est fait, en 1845, près du hameau des Moutiers, un éboulement qui a mis à décou-

vert du gypse inconnu jusqu'alors. Il est surmonté par le calcaire brèche de la montagne de la Bourgeoise.

En descendant du côté de **Samoëns**, on passe près du petit hameau nommé **les Combes**, au-dessus duquel on peut observer une ancienne moraine dont la direction est à peu près parallèle à la vallée. Elle a dû être formée par l'ancien glacier de la vallée du Clévieux qui occupait la rive droite du glacier venant de Sixt; elle est composée de blocs du terrain néocomien reposant sur le calcaire à rudistes et accompagnée de roches moutonnées et polies.

Non loin de là, on peut visiter la montagne des **Suets**, sur la rive droite du Clévieux (§ 429); mais on aura de la peine à comprendre sa structure: le terrain liasique et la cargneule triasique reposent sur les schistes du macigno alpin, qui recouvrent une série de couches très-normale, composée de craie (calcaire schisteux jaunâtre), de grès vert, de terrain urgonien et de terrain néocomien. Il n'est pas étonnant que la structure de cette montagne soit compliquée, car elle est le prolongement de celle du Tuet (§ 435), dont les couches sont fortement contournées; au reste, les terrains qui la composent sont dans la même position que ceux du col de Coux (§ 441).

En arrivant à Samoëns, je me trouve à la limite du massif du Criou, des Avondruz et de la Dent du Midi, que je ne veux point dépasser pour le moment, et je retourne en arrière, afin de décrire le reste du Chablais en commençant par les montagnes à l'E. des Voirons.

III. LES ALLINGES ET LES MONTAGNES A L'EST DES VOIRONS ET A L'OUEST DE LA DRANSE.

§ 307. — La gracieuse colline des **Allinges**, rocher isolé au milieu d'un grand espace couvert de glaise et de cailloux glaciaires, présente deux sommités; elle est le prolongement du massif des Voirons. Les grès qui la composent sont en couches dirigées au N. 35° E., plongeant de 35° au S.-E. environ, ils alternent avec des lits de marnes et sont en général durs et exploités comme pierres à paver ; quelques bancs sont grossiers et passent à un conglomérat renfermant des cailloux variés, entre autres des débris de roches cristallines. Les bancs de marnes noirâtres contiennent de petits fucoïdes et ceux de grès des *Helminthoides crassa*, Schafh., en grande quantité. Ces traces végétales, ainsi que la position géologique de ces terrains les rangent dans les grès du macigno alpin.

M. de Mortillet a signalé dans les grès des Allinges la présence de fragments d'ambre ou de succin d'une couleur qui varie du jaune clair vitreux au brun parfois assez foncé [1].

Au S.-O. de cette colline, se trouve l'ancien **château de la Rochette**, grande et belle ruine établie sur le même grès.

Plus au S.-O. encore on verra une crête rocheuse formée du même macigno, recouverte de châtaigniers, sur laquelle était bâti anciennement le **couvent de Rovéréaz**. On remarquera que les Voirons, la crête de Rovéréaz, le

[1] *Revue Savoisienne*, 1863, 7.

château de la Rochette et les Allinges sont à peu près sur une ligne droite, et que dans ces quatre localités les roches sont les mêmes.

§ 308. — Le mont **Macheret** ou montagne de Burdignin est le prolongement du mont Vouant et du revers oriental des Voirons, c'est dire qu'elle est composée de grès nummulitique et de macigno alpin renfermant des fucoïdes. Elle est peu intéressante à parcourir, excepté aux environs de **Lully**; le gypse y affleure en trois endroits :

1° Au Pré Retort; il est de belle qualité, associé à la dolomie, à la cargneule et placé dans des éboulements argileux qui ne permettent pas de voir sa position géologique.

2° Au-dessous de la Grange neuve, près du hameau appelé Sur le Mont; il est gris et dans une carrière recouverte par une grande épaisseur de glaise erratique, qui s'éboule sur lui.

3° Au **chalet Marmoi**, sur le flanc de la montagne escarpée à l'E. de Lully. En y allant de ce village, on passe près de Cervens, et après avoir traversé la plaine recouverte par les argiles glaciaires et les argiles descendues des montagnes (*gl*, Pl. VI, fig. 2), on monte sur des éboulements formés par les argiles qui accompagnent les gypses (*gy*) et par des blocs calcaires dans lesquels j'ai recueilli les fossiles suivants que M. Stoppani a eu l'obligeance de déterminer [1] :

Avicula contorta, Port.
Pecten Valoniensis, Def.
Ostrea nodosa, Goldf. ou Marcignyana. Mart.
Terebratula gregaria, Suess.
Rhabdophyllia langobardica, Stopp.

[1] Stoppani, Appendice sur les couches à Avicula contorta, etc., 196, dans la *Paléontologie lombarde*.

Ces fossiles caractérisent l'infra-lias et proviennent d'une couche dont je parlerai plus loin.

Les premières roches en place appartiennent à une tout autre formation : elles sont en couches presque verticales, inclinant cependant un peu contre l'intérieur de la montagne et composées d'un conglomérat *(Mc)* grossier à gros blocs arrondis, variés, ayant un ciment de grès. Il est semblable au conglomérat nummulitique du mont Vouant (§ 286), et ici, comme là-bas, on l'exploite pour en faire des meules de moulin.

Au-dessus l'on voit des grès plus fins, en couches minces, contournées, alternant avec les schistes marneux, pourris du macigno alpin *(Ma)*. Puis viennent les gypses *(gγ)*, la cargneule *(ca)* et la dolomie *(Do)*, qui se montrent près du chalet Marmoi, sur une petite étendue au milieu d'argiles éboulées. Ces gypses sont exactement dans la même position que ceux du Bouchet, sur le revers oriental du mont Vouant (§ 287) ; là et ici le conglomérat nummulitique est au-dessous du gypse. Ces gypses sont bien réellement triasiques, car au-dessus de ceux du chalet Marmoi, j'ai observé un calcaire noir *(in)* rempli des fossiles infra-liasiques dont je viens d'indiquer les noms. Ces calcaires, qui sont les mêmes que ceux de Matringe, alternent avec des parties marneuses et schisteuses.

La paroi de rocher qui surmonte l'infra-lias du chalet Marmoi, est de calcaire noir renfermant des silex *(L)*. Cette roche appartient au terrain liasique inférieur, comme je le dirai en parlant de Meillerie, et contient quelques bélemnites. La partie supérieure de l'escarpement est composée de calcaire marneux gris du lias supérieur *(LS)*, qui forme également le col des Moises. Je n'ai point su voir dans les

environs du chalet Marmoi le terrain oxfordien dont parle M. de Mortillet[1].

§ 309. — Au col des Moises on ne voit que du terrain glaciaire et des blocs erratiques; mais entre le col de la **montagne des Fourches d'Habère, ou mont Fourchu**, et la pointe la plus élevée, sur laquelle est une ruine (1541 mètres), on voit la coupe suivante[2] en allant de bas en haut (Pl. VI, fig. 5) :

1. *Cargneule* au col même.

2. *Dolomie grise*, alternant, dans le haut, avec des marnes d'un gris verdâtre . . . . . 6 mètres.

3. *Calcaire noir solide*, pétri de fossiles; lumachelle avec *Avicula contorta*, Port, *Cardinia*, *Plicatula intusstriata*, Emm.. . . . . 8 »

4. *Argile feuilletée noire* à *Avicula contorta* . 20 »

5. *Calcaire feuilleté blanchâtre*, alternant avec une argile noire feuilletée . . . . . 12 »

6. *Calcaire gris-noir*, solide . . . environ 20 »

7. *Calcaire noir à silex* . . . . id. 20 »

8. *Calcaire oolitique blanchâtre*, contenant beaucoup de petites encrines, formant la sommité.

L'ensemble des terrains compris entre **Cervens** et le sommet du mont Fourchu peut être représenté par la coupe de la Pl. VI, fig. 2[3].

Ces coupes sont de nouvelles preuves en faveur de la thèse que j'ai soutenue, savoir que les cargneules sont in-

[1] *Min. et géolog. de la Savoie*, § 197.

[2] La coupe représentée pl. VI, fig. 5 est placée fig. 2 entre le sommet du mont Fourchu (1540 m.) et la cargneule (*ca*) du col.

[3] *gl* = terrain glaciaire; *Mc* = conglomérat du macigno éocène; *Ma* = macigno éocène; *gy et ca* = gypse et cargneule du trias; *Do* = dolomie du trias: *in* = infra-lias: *L* = lias; *LS* = Lias supérieur.

férieures à l'étage de l'infra-lias, et sont, par conséquent triasiques.

A 130 ou 160 mètres au-dessous du sommet du mont Fourchu, c'est-à-dire à environ 1400 mètres au-dessus du niveau de la mer, dans la combe du revers N. de la montagne, on voit une espèce de moraine qui n'est pas, il est vrai, fort bien dessinée, mais qui cependant est suffisamment marquée pour faire croire que cette montagne a eu son glacier spécial.

Près de là, dans les bois de la Comté, les blocs erratiques, granitiques, urgoniens, nummulitiques et ceux de grès de Taviglianaz sont nombreux; d'après une de mes observations barométriques je ne pense pas qu'ils s'élèvent à plus de 1000 mètres au-dessus du niveau de la mer, tandis que M. Necker leur donne 600 toises, soit 1170 mètres[1]. Les roches granitiques viennent du Valais; mais les roches secondaires et tertiaires ont été détachées de la Dent du Midi ou du fond de la vallée de la Dranse. Il en est de même de celles de la montagne d'Armone et de celles des vallées de Lullin et de Bellevaux.

§ 310. — **La montagne d'Armone** n'est séparée du mont Fourchu que par un passage appelé le Col, à 1008 mètres au-dessus du niveau de la mer. Près de son sommet (1337 mètres d'altitude), on voit un beau bloc erratique de protogine qui ne peut indiquer le maximum de la hauteur atteinte par le glacier sur lequel il a voyagé, car la glace a peut-être dépassé de beaucoup le point où il est aujourd'hui.

La montagne d'Armone forme une voûte quelque peu rompue au sommet; la couche extérieure du côté de Lullin

[1] *Etudes*, 320.

est de calcaire à pentacrinites, semblable à celui du mont Fourchu. Quelques dislocations et contournements visibles, surtout du côté de la plaine, compliquent la structure de cette voûte, dont les couches se relèvent probablement au S. après avoir formé une auge au-dessous des terrains diluviens. C'est ce que semblerait indiquer la forme en U des couches en aval du pont de Bioge au bord de la Dranse (§ 318); leur prolongement passe sur le revers oriental de la montagne d'Armone. La voûte se dessine bien dans l'extrémité orientale de cette petite chaîne, au-dessus de la Dranse. J'y ai recueilli l'*Inoceramus Falgeri*, indiqué par MM. Escher et Merian[1] comme provenant du lias du Vorarlberg, des *Belemnites* et l'*Ammonites spinatus*, Brong., de l'étage liasien; j'ai encore trouvé cette même espèce entre Jouvernesine et Charmoisy, dans les marnes grises qui forment la partie supérieure du lias, et j'ai vu, sur le chemin de Raivroz à Vailly, le *Nautilus Toarcensis*, d'Orb., et l'*Ammonites Aalensis*, Ziet., ou *A. radians*, Schlot., tous deux de l'étage toarcien.

Ces fossiles, tous liasiques, fixent bien l'âge de la montagne d'Armone dont les roches reposent près de la Dranse sur le terrain triasique. Sur la route, entre Armoi et Raivroz, on rencontre des cargneules, des dolomies et des marnes vertes qui appartiennent à ce dernier terrain, et qui sont recouvertes par les calcaires à silex du terrain liasique.

§ 311. — C'est au pied du Col, non loin du **village d'Orcier**, qu'en 1860 le bassin d'une source qui n'avait que quelques pieds de diamètre, s'est tout à coup agrandi de manière à former un petit lac. D'après les détails qui

[1] *Mém. de la Soc. helvét. des Sc. nat.*, 1853, XIII.

m'ont été donnés sur les lieux par diverses personnes, et entre autres par M. le curé Moine [1], voici ce qui s'est passé. Il y avait, près d'Orcier, une source assez abondante pour faire tourner un moulin. Son orifice n'avait guère que deux mètres de largeur. Tout à coup le sol s'enfonça et disparut sous l'eau, sur une longueur de 20 mètres et une largeur de huit. Trois châtaigniers de 12 à 15 mètres de hauteur s'engouffrèrent, et l'on vit flotter à la surface du lac des bûches, c'est-à-dire du bois scié qui avait séjourné fort longtemps dans l'eau; car il était complétement passé et mou comme une éponge humide. On a sondé le lac jusqu'à 20 mètres de profondeur sans rencontrer ni le fond, ni les branches des châtaigniers. Ce lac s'est donc formé par un effondrement, mais sa petitesse lui donne peu d'importance en géologie. Quant à la cause qui l'a produit, il est probable que ce lac est sur le prolongement de la couche de gypse du mont Fourchu; la dissolution de cette roche par les eaux aura formé une cavité dans laquelle le sol s'est éboulé. Une ancienne tradition assurant que ce n'est pas la première fois qu'il se passe à cet endroit un pareil accident, on peut avoir quelques craintes pour la solidité des bords actuels du lac.

§ 312. — Laissons maintenant cette chaîne qui s'élève à la lisière de la plaine, et entrons dans l'intérieur du Chablais. Examinons les montagnes de la **rive gauche de la vallée de la Dranse**, qui coule au Biot et à St-Jean-d'Aulph, et de la rive droite du Brevon qui arrose les vallées de Bellevaux et de Lullin. Je n'ai pas réussi à déterminer l'âge des terrains stratifiés qui les forment aussi bien que je l'aurais désiré, parce qu'à l'exception des fucoïdes,

[1] Supplément au *Journal de Genève*, 13 fév. 1860, Lettre de M. Moine et non pas Maire.

qui ont une utilité paléontologique très-restreinte, et des ammonites du Mont (§ 294), je n'ai pas trouvé de fossiles.

La vallée de Lullin, qui s'étend au S. de la montagne d'Armone, est large et ouverte; le sol en est formé par un grand manteau de glaise diluvienne, sous laquelle s'enfonce la masse de cargneule formant le double monticule qui sépare cette vallée de celle de Boëge.

La **vallée de Bellevaux** est un peu plus dans l'intérieur des montagnes; la partie où se trouve le village de Contamines est occupée par des schistes à fucoïdes qui sont le prolongement de ceux de Mieussy et des Charmettes (§ 295). En arrivant à ce village par le passage des Mouilles Rousses, on voit ces roches s'appuyer contre les montagnes d'Ermante et du Mont. Le Brevon, qui arrose cette vallée, suit une cluse qui sépare le Mont de la montagne d'Outane, et le prolongement de la vallée se trouve dans la Combe des Bœufs, vallon élevé situé entre la Pointe de Billiat et Outane. Une structure semblable se voit dans la vallée du Reposoir qui se prolonge à une grande hauteur jusqu'au col de Romme. Quelques observations barométriques faites à Contamines (Bellevaux) dans une chambre au niveau de l'église ont donné une altitude moyenne de 904 mètres.

L'alluvion des terrasses et le terrain glaciaire sont largement représentés dans cette vallée; ainsi on voit près du village du Frêne, à 1030 mètres d'altitude, une terrasse de gravier qui a certainement été une fois le fond de la vallée; plus haut on voit une autre terrasse moins bien formée. J'ai également remarqué avec surprise des blocs erratiques de protogine dans cette vallée si éloignée de toute communication avec les districts granitiques; l'un d'eux est à 200 ou 300 pieds au-dessus des Contamines du côté du col des Mouilles; plusieurs sont voisins du village du Frêne,

et parmi ceux-ci il y a des blocs de 5 à 6 mètres de longueur, d'environ 3 mètres d'épaisseur et de 3 à 4 mètres de hauteur. Ils sont à peu près à 1050 mètres au-dessus du niveau de la mer. C'est approximativement à ce même niveau qu'on voit encore un bloc dans la Combe des Bœufs, à 500 pieds au-dessus du fond de la vallée.

§ 313. — Les montagnes à l'E. de Bellevaux sont belles et hardiment taillées. Le sommet du **Niflon** (1897 mètres), qu'on atteint facilement, forme une voûte complète; son calcaire appartient, je crois, au terrain kimméridien qui est très-développé plus à l'E. du côté d'Abondance. Dans ce dernier endroit j'ai réussi à trouver de nombreux fossiles (§ 331); mais dans les montagnes de Bellevaux, je n'ai pu en découvrir. La voûte du Niflon se prolonge au S.-O. dans la montagne de la Mottaz qui a la même forme. On la retrouve sur la rive gauche du Brevon dans la Tête d'Ombre dont les couches s'enfoncent au S.-O. sous une grande épaisseur de schistes à fucoïdes. Cette dernière roche est la plus jeune des couches de ces montagnes, elle les entoure; elle a participé à tous leurs plissements et se retrouve souvent serrée dans leurs combes ou renversée sur leurs flancs.

En passant par le Grand et Petit Sagin, et près du rocher de la Sarasine, je suis arrivé sur la crête étroite et dentelée de **Billiat** (1903 mètres) qui présente de loin quelque ressemblance avec une grande scie. Les couches y forment un axe anticlinal, les unes plongeant au S.-E., les autres au N.-O. Au sommet se voit la couche à pentacrinites que j'ai déjà signalée au mont Fourchu.

§ 314. — De Bellevaux on peut faire une course agréable en suivant **la crête de la montagne qui sépare la vallée du Brevon de celle de la Dranse.** On chemine

presque horizontalement pendant longtemps à une grande élévation, en ayant la vue sur les deux vallées; deux fois j'ai suivi cette route, soit pour aller au sommet du Roc d'Enfer, soit pour me rendre à St-Jean d'Aulph. La partie basse de la vallée de Bellevaux est formée de schistes à fucoïdes (*Mf*, Pl. VI, fig. 6) qui s'appuient sur les roches oxfordiennes du Mont et sur le rocher du Chatelard *(a)*. Des schistes rouges, liés aux schistes à fucoïdes, sont en contact avec la voûte du Niflon *(k)*; on traverse le Chenau, et l'on passe près des Nants dont les chalets inférieurs sont à 1287 mètres. Des schistes gris dans leur partie inférieure et rouges dans leur partie supérieure *(c)* s'appuient contre le revers S.-E. du Niflon, et près d'un endroit nommé Rochefort se trouve une dolomie blanchâtre *(d)* renfermant une veine de charbon qui a été exploitée sur le versant N.-E. de la montagne du Folly. Puis vient, comme prolongement du terrain des Charmettes, un grand massif de schistes à fucoïdes *(Mf)* qui présente la forme d'un fond de bateau plus ou moins comprimé.

Dans les couches inférieures de ce terrain, on voit près du chalet de **Vallonet** un beau gisement de fucoïdes dont les espèces sont des *Helminthoides crassa*, Schaf., *H. labyrinthica*, Heer, *Chondrites affinis*, Sternb., var. *confusus* (*Ch. furcatus*, Fischer-Ooster). En passant au-dessous de la sommité du Folly par son versant occidental, on traverse des éboulements dans lesquels on ne voit qu'un petit nombre de couches redressées contre le Niflon. Ce sont des schistes à fucoïdes contournés. Il en est ainsi jusqu'à l'énorme rocher de **Pierre Saône** *(e)*; cependant, en s'en rapprochant, les couches sont plus ordinairement relevées contre le S.-E., ce qui fait croire qu'elles offrent d'une manière

générale la structure en fond de bateau, dessinée sur la figure 6.

Le rocher de Pierre Saône (*e*) a une structure difficile à saisir; il a l'aspect d'un bloc allongé, planté verticalement en terre, et paraît être le prolongement du rocher (*x*) de Matringe désigné dans la figure 1, Pl. VI (§ 298). On y voit la dolomie et la cargneule qui se retrouvent également à Pététou, de l'autre côté de la vallée; elles appartiennent, sans doute, au terrain triasique, de même que le gypse des Finges, qui est au fond du vallon, entouré d'un grès très-décomposé. Entre ce rocher et le Roc d'Enfer il y a une faille comme à Matringe, car les terrains n'ont aucun rapport avec les précédents et ressemblent au terrain triasique.

En se rapprochant du Roc d'Enfer, on rencontre une grande masse de grès quartzeux, ferrugineux, et de schistes marno-sableux avec des particules charbonneuses (*f*); puis un calcaire schisteux, peut-être dolomitique, qui est en couches verticales (*g*). Viennent ensuite des grès rouges, verts et noirs, contournés et alternant avec des calcaires et des marnes rouges ou vertes (*tr*), dont quelques-unes ressemblent, à s'y méprendre, aux marnes à petites posidonomyes du trias. Ces roches se montrent également aux Portes de Foron (*ti*, Pl. VI, fig. 8), de l'autre côté des dépressions remarquables en forme de cirque, où sont les chalets du Grand et du Petit Souvre, à la base du Roc d'Enfer; je pense que ce terrain est l'équivalent des marnes irisées. Il est probable que les roches supérieures appartiennent à l'infra-lias (*in*, fig. 6) et sont recouvertes par la masse liasique du **Roc d'Enfer** (*L*), mais je n'ai pas revu ces localités depuis que je me suis occupé d'une manière spéciale des roches triasiques de la Savoie.

§ 315. — L'ascension de cette dernière montagne, que

l'on nomme aussi *Pointe d'Oie*, en patois *Pinta d'Oué*, *Mont Gredon*, *Agredon* ou *Grande Ben*, se fait sur une pente excessivement rapide (Pl. VI, fig. 8); l'arête du sommet est si étroite qu'elle serait impraticable par un vent un peu fort, et que pour la parcourir on est tenté par moment de se mettre à califourchon. Les couches sont en général relevées contre le lac, sauf celles du sommet qui sont verticales ou inclinées en sens inverse. L'ensemble présente un vrai squelette de montagne avec les caractères de ce que l'on a quelquefois nommé la décrépitude. On y voit deux grandes et hautes crêtes parallèles, dirigées à peu près du S.-O. au N.-E., liées à leur milieu par une autre arête transversale. Il résulte de cette structure deux dépressions, profondes de mille pieds peut-être, en forme de cirques, dont l'une a son ouverture à l'Est et l'autre à l'Ouest. Leur fond est occupé par des débris et des rocailles, dans lesquelles j'ai vu de nombreux et gracieux chamois qu'un chien, qui n'avait que trois jambes, chassa avec une grande activité.

Du sommet du Roc d'Enfer, haut de 2266 mètres, la vue est splendide et s'étend très-loin: on voit au travers de la vallée de Montjoie la Roche Pourrie, montagne neigeuse de la rive gauche de l'Isère, près du Bourg St-Maurice. En descendant du Roc d'Enfer du côté de l'O., on retrouve aux Portes de Foron les grès argileux, les marnes jaspées rouges et vertes (*tr*, Pl. VI, fig. 3), surmontées de dolomie, qui rappellent les marnes irisées; elles sont recouvertes par le calcaire brèche de l'étage liasique *(L)*. J'ai déjà parlé des montagnes situées au S.-E. du Roc d'Enfer (§ 305), je n'y reviendrai pas.

IV. LES BORDS DE LA DRANSE DE SON EMBOUCHURE A BIOGE.

§ 316. — On fera une course aussi instructive que pittoresque en suivant les bords de la Dranse de Thonon au pont de Bioge. La gorge sauvage dans laquelle coule cette rivière, était peu accessible il y a quelques années; maintenant elle est traversée par une route. Les observations géologiques que j'ai déjà publiées sur cette localité[1] montrent sa ressemblance avec les environs de Meillerie. En effet, les couches de ces deux endroits sont le prolongement les unes des autres et, d'une manière générale, la partie nord de la coupe de la Dranse correspond à la partie occidentale de la coupe de Meillerie, tandis que la partie sud de la première est une continuation de la partie orientale de la seconde.

J'ai déjà décrit les terrains quaternaires des environs de Thonon, et j'arrive directement aux roches plus anciennes que j'étudierai en allant de **Thonon au pont de Bioge.** M. A. Escher de la Linth a eu l'obligeance de m'envoyer, il y a quelques années, une coupe des terrains des bords de la Dranse; elle m'a été fort utile, et je le prie d'agréer mes meilleurs remerciements. La première roche solide qui se rencontre dans cette vallée quand on y entre par le côté du N., se voit sur la rive droite; c'est un grès du *macigno alpin* (Pl. V, fig. 4), schisteux, micacé et décomposé, contenant des parties calcaires; il ressemble au grès de la base des Voirons, à ceux des Allinges et à ceux situés

[1] *Mém. sur les terrains liasique et keupérien de la Savoie*, 1859, 15.

entre St-Gingolph et le Bouveret. Quoiqu'il paraisse inférieur au terrain triasique qui, du reste, en est séparé par quelque peu de terrain quaternaire, et qu'il ait quelque analogie avec certains grès du trias, je n'hésite pas sur l'âge qui doit lui être assigné, depuis que j'ai vu la position de ce même terrain au chalet Marmoi, près de Lully, où il plonge sous le gypse triasique (§ 308).

Ce même macigno se montre encore en face de la première masse de gypse, à côté de la fabrique d'Armoi. Au delà on rencontre des terrains qui appartiennent aux marnes irisées. Les numéros que j'emploie pour désigner les couches dans la figure, correspondent à peu de chose près à ceux de la coupe de Meillerie. Cependant, dans cette dernière localité, on ne peut voir des couches aussi anciennes que les couches inférieures de la Dranse.

Terrain des marnes irisées. 1 *c*. A la fabrique d'Armoi on exploite une superbe masse de *gypse*, dans laquelle on a ouvert plusieurs carrières sur la rive gauche de la Dranse. Sa puissance, mesurée horizontalement, est d'environ 305 mètres.

1 *b*. *Cargneule* accompagnant et recouvrant le gypse; couches nombreuses, variées, alternant avec des calcaires dolomitiques et des dolomies compactes exploitées comme ciment et comme pierres lithographiques[1]. Elles alternent avec des marnes noires.

A environ 100 mètres au-dessus de la Dranse, dans l'escarpement de la rive droite, sur la commune de Féterne, on a extrait une petite quantité de charbon, sans valeur au point de vue de l'industrie, mais intéressant pour

[1] M. Thirria a indiqué, dans le département de la Haute-Saône, des pierres de même nature dans un terrain qui paraît être l'équivalent de celui-ci. *Statistique de la Haute-Saône*, 293.

le géologue, parce que les combustibles des terrains triasiques ne sont pas communs dans les Alpes. Sous le rapport de l'âge ne peut-on pas comparer ce dépôt à ceux de Walmunster et de Noroy, situés dans des couches qui ont de l'analogie avec celles de la Dranse[1] ? Peut-être aussi est-il contemporain des charbons signalés par M. Gressly dans le terrain keupérien du Jura soleurois[2] et de ceux indiqués par M. Marcou dans l'étage inférieur du terrain triasique du Jura salinois[3].

1 *a. Seconde masse de gypse* blanc, visible sur les deux rives de la Dranse.

1. Au-dessus repose une énorme masse de *cargneule* et de *calcaire dolomitique*, souvent en blocs plus ou moins considérables, alternant avec des marnes grises ou noires, se délitant en fragments rectangulaires, et formant des couches ondulées, recourbées, plissées, etc.

Au delà on traverse la Dranse sur le pont couvert de la Combe d'Enfer, endroit sauvage, resserré, pittoresque, où la rivière coule en tourbillonnant au milieu de blocs erratiques énormes, nombreux et tous de protogine du Mont-Blanc. L'un de ces blocs présente une longueur de 23 mètres sur une largeur de 18 et une hauteur de 11, ce qui fait un volume d'environ 4550 mètres cubes[4].

Au delà du pont couvert se trouvent encore des cargneules de la même série.

2. *Calcaire dolomitique* passant au grès.

[1] *Explication de la carte géologique de France*, II, 52, 59.

[2] Observations géolog. sur le Jura soleurois, *Mém. de la Soc. helvét. des Sc. nat.*, 1858, II.

[3] Jura salinois, *Mém. Soc. géol. de Fr.*, 2e série, II, 15.

[4] M. Necker, *Etudes*, 319, s'est occupé du terrain erratique de la vallée de la Dranse.

3. *Marne argileuse verdâtre* et calcaire dolomitique. Je crois que M. Escher y a trouvé des écailles de poissons?

4. *Calcaire dolomitique bréchiforme*, alternant avec des marnes grises.

Ces dernières assises sont régulièrement stratifiées et plongent au S.-E. avec une inclinaison de 55° environ. L'espace occupé par les couches qui s'étendent du macigno alpin à l'infra-lias, dont nous allons parler, est d'environ cinq kilomètres.

§ 317. — **Couches de l'infra-lias.** Elles sont comprises dans la figure 4 entre les numéros 5 et 10, et correspondent à ces mêmes numéros dans la coupe de Meillerie (§ 321).

a[1]. On voit d'abord un *calcaire gris* en couches peu épaisses, en rognons, alternant avec des marnes noires; ce calcaire se décompose à sa surface en une matière jaune-verdâtre. L'*Avicula contorta*, Portl., y forme une lumachelle. M. Escher y a recueilli la *Gervillia inflata;* 12 mètres.

b. Même calcaire, mais plus foncé et associé à une *marne noire* abondante; c'est probablement ici que M. Escher a trouvé la *Plicatula intusstriata;* 14 mètres.

c. Plus loin, on voit des couches de marnes grises à rognons, se décomposant en jaune et alternant avec des marnes noires. Dans leur partie supérieure, j'ai trouvé un assez gros fragment de poisson, et dans leur partie inférieure l'*Avicula contorta*, Portl.; 80 mètres.

Étage sinémurien et étage liasien, correspondant aux couches numéros 11 à 15 de la coupe de Meillerie. Ils occupent environ 230 mètres le long de la route et se voient en grande partie sur la rive gauche de la Dranse.

[1] Ces lettres ne sont pas marquées sur la figure, parce que la place manque, mais on comprend qu'elles se succèdent de gauche à droite.

d. Calcaire dur d'un bleu noir, très-siliceux; couches minces, fortement pénétrées de silex; les rognons sont peu distincts. La silice est disséminée dans la masse. Ces couches plongent à peu près au S.-E. de 55°. On les voit sur une longueur d'environ 138 mètres. Peut-être appartiennent-elles encore à l'étage de l'infra-lias, et correspondent-elles au n° 10 de la coupe de Meillerie, comme l'indiquent leurs caractères minéralogiques; mais je n'y ai pas trouvé l'*Avicula contorta*.

e. Marne grise, dure, fissurée, avec un banc de calcaire noir; environ 12 mètres. On trouve ici un éboulement formant un ravin.

f. Marne et bancs calcaires; 3 mètres.

g. Calcaire noir veiné de spath calcaire blanc; 80 mètres.

h. Marne d'un gris noir, ressemblant à du calcaire au premier coup d'œil; 72 mètres.

Je me crois autorisé à classer ces roches dans le lias à cause de leur position, et de leur ressemblance avec les roches fossilifères de Meillerie.

Étage toarcien correspondant au n° 16 de la coupe de Meillerie; 370 mètres environ; se trouve en majeure partie sur la rive droite de la Dranse. Il est formé par des *marnes grises* qui contiennent des rognons de même nature que ceux exploités à Meillerie pour la fabrication du ciment. Ces couches plongent d'abord au S. pour se relever ensuite de ce même côté. Elles forment le fond d'une *auge* ou d'un grand pli ressemblant à un U. La petite partie de ces roches que l'on peut voir sur la rive gauche de la Dranse, est contournée et redressée du côté du Sud.

L'étage liasien et l'étage sinémurien correspondent aux n°s 17 et 18 de la coupe de Meillerie et aux couches *d* à *h* indiquées ci-dessus.

k. Grande masse de *calcaires noirs* variés, un peu oolitiques, en couches presque verticales, mais cependant s'appuyant du côté du S. Les plus méridionales appartiennent peut-être déjà à l'étage suivant; ce sont des calcaires noirs très-siliceux, semblables à ceux que je viens d'indiquer par la lettre *d*.

Couches de l'infra-lias. Prolongement latéral des couches *a*, *b* et *c*, indiquées ci-avant, correspondant au n° 19 de la coupe de Meillerie; 40 mètres.

l. *Calcaire sableux* en rognons, alternant avec de l'argile dans laquelle se trouvent beaucoup de petits fossiles et des tiges ou racines de plantes qui s'entre-croisent d'une manière bizarre. Cet arrangement singulier se retrouve aux Schambelen (Argovie), dans une couche qui recouvre celle où M. Heer a trouvé tant d'insectes curieux. Sur les bords de la Dranse, j'ai recueilli l'*Avicula contorta*, Portl., et un très-grand nombre de moules de *Cardinia*. C'est probablement à cette couche qu'il faut rapporter le *Cardium austriacum*, la *Plicatula intusstriata*, la *Gervillia inflata* et le *Baktryllium striolatum*, indiqués par M. Escher de la Linth dans ses notes, ainsi que des *Terebratula gregaria*, des *Anomia Revonii* et une *Belemnite* signalée par M. de Mortillet[1], à laquelle M. Stoppani donne le nom de *B. infralasicus*[2].

m. *Calcaires argileux noirs*, avec des veines de fer hydroxydé et de petits fossiles, semblables à ceux de la couche 19 de Meillerie.

Le terrain des marnes irisées, correspondant aux n°s 20 et 21 de la coupe de Meillerie, reparaît encore ici.

[1] Trias du Chablais. *Bull. de l'Associat. florimontane d'Annecy*, 29 nov. 1855.

[2] *Paléontologie lombarde*, App. sur les couches à *Avicula contorta*, 19[illegible]

n. Alternances de *calcaires noirs et de bancs dolomitiques*.

Le terrain quaternaire descend jusqu'au bord de la rivière près du confluent des deux Dranse, au pont de Bioge; au delà, en montant dans la direction de la Vernaz, on voit :

1. Une grande masse de *terrain quaternaire*.

2. Des *marnes grises* en couches verticales, dans lesquelles j'ai trouvé une ammonite qui, je crois, peut se rapporter à l'*Ammonites Bakeriæ*, d'Orb. du terrain callovien. Ce terrain est probablement le prolongement de celui que j'ai indiqué à Viuz (§ 289).

3. *Un calcaire* gris et rouge avec une ammonite qui paraît très-voisine de l'*Am. plicatilis*, d'Orb.

4. Au sommet du **Sex de la Vernaz** se trouvent de petites *Pentacrinites*, semblables à celles du sommet de Billiat. Il serait important de fixer d'une manière positive l'âge de cette couche, qui servirait d'horizon dans une grande partie du Chablais; mais je n'ai pu y réussir.

§ 318. — **En résumé**, nous voyons que dans cette coupe l'étage toarcien a la forme de la partie inférieure d'un U ou d'une auge, dont il occupe le milieu. A droite et à gauche de ce terrain, les couches du lias se correspondent et présentent la même forme que celles de l'étage toarcien. Plus loin encore, on voit l'infra-lias avec des fossiles, et plus à l'extérieur le terrain triasique. Cette formation n'est pas très-développée du côté du pont de Bioge, tandis qu'elle atteint une épaisseur considérable dans la partie inférieure du cours de la Dranse, près d'Armoi. Quoiqu'on puisse la suivre pendant près d'une lieue, je n'estime sa puissance qu'à huit cents mètres, et encore il est possible que la même couche reparaisse plusieurs fois à la surface du sol par suite de plis, ce qui augmenterait l'épaisseur

apparente de cette masse triasique. Toutefois les calcaires magnésiens et les gypses sont assez importants pour ne pas être oubliés dans la classification des terrains.

Cette formation est divisée en deux parties par deux masses de gypse, dont la plus basse, celle d'Armoi, est d'une grande puissance. La seconde masse de gypse est coupée par la Dranse : sur la rive droite elle est dans la commune de Féterne, et sur la rive gauche, à l'Épine. La couche à laquelle ces derniers gypses appartiennent est au-dessous du centre de la montagne d'Armone (§ 311).

Lorsque, en 1859, il fallait démontrer la présence du terrain triasique dans les Alpes, je comparai la coupe de la Dranse avec celle du Jura salinois. Maintenant que la démonstration a été acceptée, je ne la répéterai pas, et je me bornerai à dire que les terrains triasiques des deux localités ont beaucoup de rapports. Ils présentent chacun deux couches de gypse, qui se retrouvent aussi dans les mines de Bex, d'après M. de Charpentier[1]. Mais, sur les bords de la Dranse, les couches aussi anciennes que celles de l'étage inférieur du terrain triasique du Jura salinois, ne sont pas à découvert, et c'est à la base de cet étage que se trouvent les masses salifères. Ne pourrait-on pas en conclure que, s'il y a quelques chances de rencontrer des eaux ou des roches fournissant du sel dans les chaînes extérieures des Alpes, ce serait en faisant des recherches dans la vallée de la Dranse entre Armoi et le lac de Genève ? Il semble, en effet, qu'en descendant au-dessous de la surface du sol dans cette région, on doit rencontrer les mêmes couches que celles qui fournissent le sel dans les environs de Salins. Il faut pourtant se souvenir que la localité savoisienne, dont

[1] *Annales des Mines*, 1819, IV, 556.

je parle, est à la lisière des Alpes, et que, presque partout sur cette lisière, il y a eu de gigantesques bouleversements. On en a la preuve évidente près du chalet Marmoi (§ 308) et dans la partie inférieure de la coupe de la Dranse, où le terrain éocène s'enfonce sous le terrain triasique.

V. BORDS DU LAC ET DU RHÔNE DE L'EMBOUCHURE DE LA DRANSE A MONTHEY.

§ 319. — La grande colline qui domine la ville d'Évian s'abaisse des environs de Tholon, où elle est à 585 mètres au-dessus du lac d'après M. Necker, jusqu'à la Dranse près de Thonon, et forme une espèce de grande digue le long du lac. M. Necker la représente comme arrivant jusqu'à Genève[1] ; c'est la prolonger bien loin, car la rive gauche de la Dranse avec ses terrasses a une apparence différente de celle de la rive droite, et il est évident que le coteau de Boisy et la plaine de Douvaine n'ont pas la même composition que la colline d'Évian. On ne voit dans presque toute l'étendue de cette dernière que du terrain glaciaire fort épais, composé de glaise, de cailloux striés, et de beaucoup de blocs erratiques, dont quelques-uns sont d'un très-grand volume.

Il est surprenant de trouver dans cet immense amas diluvien des terrasses jusqu'à l'élévation de Neuvecelle, de Milly, de Forchet et même de St-Paul. Peut-être sont-elles aux mêmes niveaux que celles de la rive gauche de la Dranse (§ 74). Toutefois, il est difficile de les suivre au milieu de la magnifique végétation qui couvre de pampres et de châ-

[1] *Etudes géologiques*, 1841, I, 307, 329.

taigniers la colline d'Évian. Les terrasses d'en bas peuvent avoir été déposées par le lac; mais il n'est pas aisé de comprendre l'origine des terrasses supérieures. Tiennent-elles à la forme des rochers sous-jacents? Je ne le pense pas. Auraient-elles été formées par le grand glacier qui a amené le terrain qui les compose, lorsque dans son époque de retraite il a stationné à différentes hauteurs? Je le crois probable. Ces terrasses sont de glaise avec cailloux striés et renferment aussi des amas de sables et de graviers stratifiés; au niveau de **St-Paul**, à droite de la route, ces derniers sont dans une dépression de la terre glaise à cailloux polis et striés, et contiennent eux-mêmes des cailloux de cette nature. A quelques centaines de pas de ce village, ces mêmes sables et graviers sont durcis et changés en béton très-solide par un ciment calcaire. Dans le ravin qui commence près du village de Coppier, un peu à l'E. de St-Paul, l'argile glaciaire a une épaisseur de 50 mètres, et l'on n'en voit pas toute la puissance; il y a au bas du ravin un grand nombre de beaux blocs erratiques.

Ce terrain quaternaire est ordinairement recouvert par une terre végétale qui, dans quelques endroits, atteint six mètres d'épaisseur. Elle provient vraisemblablement de la décomposition du macigno alpin qui forme une partie de la colline d'Évian, et de ce que la terre glaise et les sables, étant sur une pente, descendent lentement, particule après particule, en s'associant avec des débris de végétaux. Au bas des pentes boisées ou cultivées, il en est presque toujours ainsi. Cette terre est recouverte d'une végétation remarquable. Les châtaigniers y prennent un magnifique développement, les arbres fruitiers y sont d'une grandeur et d'un rapport extraordinaires, et les vignes, suspendues

en guirlandes à des arbres secs, ne nuisent en rien aux récoltes placées au-dessous d'elles.

Les roches qui constituent le corps de la colline d'Évian sont donc enveloppées de deux manteaux, l'un de terrain glaciaire, l'autre de terre végétale. Cependant un peu au N.-O. du village de Vinzier, on voit un mamelon arrondi nommé Praron, formé de cargneule triasique perçant les deux manteaux. Il est placé entre les roches de même nature des bords de la Dranse et de Meillerie [1].

On voit encore au sommet de la colline d'Évian, au-dessus de Tholon et à l'O. des grands rochers de Mémise, deux mamelons boisés : ce sont les collines de **Bénant ou Bonnaz**, formées de grès à fucoïdes du macigno alpin, renfermant des *Helminthoides labyrinthica*, Heer, etc. Les blocs erratiques s'élèvent jusqu'au sommet de ces monticules, soit à 1280 mètres au-dessus du niveau de la mer, ou à 915 mètres au-dessus de celui du lac.

En résumé, je crois que la colline d'Évian est couverte à sa surface de terrain erratique et qu'elle n'en est pas entièrement formée, contrairement à ce que pensait Necker [2]. Le corps de cette colline doit être composé de roches du macigno alpin, comme aux monticules de Bonnaz, de roches triasiques, semblables à celles de Vinzier, et de roches liasiques qui apparaissent aux deux extrémités de la colline, à Meillerie et à la Dranse.

§ 320. — En suivant, à l'E. d'Évian, la route charmante qui longe les bords du lac, on arrive, après avoir parcouru

[1] M. Billiet, de Lyon, a trouvé des Œtites manganésiennes à Féterne près d'Evian, sur la rive droite de la Dranse (Fournet, *Géolog. lyonnaise*, 99). Elles proviennent, sans doute, de la mine de manganèse située sur les rochers de la Forclaz, entre les deux Dranse.

[2] *Etudes*, 308.

sept kilomètres environ, aux premiers **rochers de Meillerie.** Je les décrirai dans l'ordre où on les rencontre après avoir dit quelques mots de leur ensemble.

De Saussure n'a donné que peu de détails sur les roches de Meillerie; le docteur **Berger** en a parlé comme si elles appartenaient au calcaire de transition[1]. M. **Blanchet** les rapporte à l'oolite inférieure[2].

Quoique les montagnes qui les dominent ne soient pas plus élevées que celles du voisinage, elles ont cependant attiré l'attention de M. **Élie de Beaumont.** « On re-
« trouve, dit-il, la direction du Lomont, c'est-à-dire la
« direction du système du Tatra, du Rilo-Dagh et de l'Hœ-
« mus, dans plusieurs accidents stratigraphiques remar-
« quables du versant nord des Alpes; notamment au midi
« du lac Léman, dans le massif des Dents d'Oche et des
« rochers de Meillerie, etc.[3] »

Les grands escarpements du bord du lac font partie d'une zone de terrain liasique que j'ai déjà décrite, elle est composée de la montagne d'Armone (§ 311), du Miribel (§ 292), etc., et traverse le Chablais des bords du lac de Genève à ceux de l'Arve, où elle se termine à une grande faille au pied de la montagne du Môle. Cette zone n'est pas rectiligne, mais courbée comme le sont les terrains du Chablais; elle se dirige approximativement du N. 28° E. au S. 28° O. et se prolonge au N.-E. dans les environs de Montreux, où M. Necker a recueilli quelques mollusques fossiles, et où M. Morlot en a récolté un plus grand nombre[4], que M. Renevier a classés dans l'infra-lias[5]. Plus loin on reconnait

[1] Citation tirée de Bakewell, *Travels in Tarentaise*, I, 177.
[2] *Actes de la Soc. helvétique*, Genève, 1845, 98.
[3] *Notice sur les systèmes de montagnes*, 495.
[4] *Bull. Soc. Vaud. des Sc. nat.*, 1857, V, 220.
[5] *Bull. Soc. Vaud. des Sc. nat.*, 1864, VIII, 51.

évidemment le prolongement de cette zone dans la montagne du Stockhorn, sur les bords du lac de Thoune[1].

Ces couches, qui au Môle sont à environ six lieues de Genève, plongent à Meillerie dans les eaux du lac Léman et même les traversent. Ce manque de parallélisme entre les bords du lac et les montagnes n'avait pas échappé à de Saussure, quand il disait, en s'appuyant uniquement sur la forme de celles-ci[2] : « Le lac, en se retour-« nant à l'Est, se rapproche considérablement des chaînes « centrales : je serais même porté à croire qu'il manque, « dans cette partie, quelques-uns des gradins inférieurs du « grand amphithéâtre des Alpes ; et qu'ici le Lac, qui est « l'arène de cet amphithéâtre, occupe la place de ces « marches, qui ont été détruites par quelques révolutions. » Ce que de Saussure appelle une révolution, a bien eu lieu, car l'une des parties les plus profondes du lac est à peu près à la place que devraient occuper les chaînes extérieures à cette zone de lias, et sur ses rives le terrain diluvien repose sur les couches triasiques (à la Dranse, à Vinzier, etc).

M. **Studer**[3], qui depuis longtemps avait reconnu que les roches de Meillerie appartiennent au terrain liasique, les décrit et y indique les fossiles suivants :

Ammonites Bonnardii, d'Orb.[4]
» Spinatus, Brug.
» Valdani, d'Orb.
» Boblayei, d'Orb.
» fimbriatus, d'Orb.
» cornucopiæ, Young.

[1] Brunner, Description géognost. du Stockhorn. *Mém. Soc. helvét.*, XV.
[2] *Voyages*, § 325.
[3] *Géol. der Schw.*, 1853, II, 25, 149, 478.
[4] Ce fossile est celui que M. Mayor avait indiqué. *Actes de la Soc. helvét.* Soleure, 1836, 87.

Lima gigantea, d'Orb.
Pecten textorius?
Spirifer.

Il fait remarquer que la première de ces ammonites appartient à l'étage sinémurien, les quatre suivantes à l'étage liasien et la dernière, ainsi que la *Lima*, à l'étage toarcien.

M. **Escher** m'avait communiqué quelques détails fort exacts sur les rochers de Meillerie ; il les avait également envoyés à M. **de Mortillet**[1]. Dans son *Prodrome d'une géologie de la Savoie*, ce savant indique à Meillerie l'*Ammonites Aalensis*, Ziet., du lias supérieur ; l'*A. fimbriatus*, d'Orb., du lias moyen ; l'*A. Kridion*, Hehl, l'*A. bisulcatus*, Brong., ou *Bucklandi*, Sow., et le *Pecten Valoniensis*, Leym. La dernière de ces ammonites a aussi été signalée par M. Marcou[2].

Après avoir rappelé les observations de mes devanciers, je passe à la description des roches visibles le long de la route. Celle-ci coupe les couches obliquement, ce qui n'est pas favorable à l'observateur. Une seconde circonstance également fâcheuse c'est que l'escarpement, au pied duquel on chemine, masque les parties supérieures.

§ 321.— Lorsqu'on s'avance **d'Évian à St-Gingolph**, les premières roches en place appartiennent **au terrain triasique** (Pl. V, fig. 5), ce sont : 1. Des *cargneules*[3] sur lesquelles s'appuient les couches suivantes qui sont, par conséquent, redressées à l'O., mais qui deviennent verticales en s'éloignant des cargneules :

[1] Sur le trias du Chablais. *Soc. florimontane d'Annecy*, 29 nov. 1855.

[2] Mémoire sur le Jura Salinois. *Mémoires de la Soc. géolog. de France*, 2e série, III.

[3] Les nos des couches se rapportent aussi à ceux de la coupe de la Dranse, fig. 4.

2. *Marnes verdâtres et rougeâtres.*

3. *Calcaire dolomitique.*

4. *Marnes verdâtres et rougeâtres.* On ne peut juger de l'épaisseur de ce terrain.

Les couches de l'infra-lias viennent au delà ; ce sont :

5. *Marnes noires et jaunes* avec calcaires en rognons, et des *Avicula contorta*, Portl. [1], si abondantes que la roche est une espèce de lumachelle, *Plicatula intusstriata*, Emmer.

6. *Calcaire gris*, contenant beaucoup de coraux. Ces deux couches ont environ 30 mètres [2].

7. Au milieu de quelques couches marneuses se trouve un *calcaire jaunâtre* rempli de *Terebratula gregaria*, Suess.

8. Marne noire et calcaire bleu noirâtre dominant, avec *Mytilus psilonoti*, Quenst., *Anomia Schafhäutli*, Winkl., *Anomia Revonii*, n. sp., *Ostrea nodosa*, Goldf. Ces couches, en partie recouvertes par des éboulements, ont environ 46 mètres d'épaisseur.

9. Calcaire bleu et marnes noires dominantes, en couches contournées et verticales dans leur partie orientale, renfermant des *Pecten Favrii*, Stop., et des *Plicatula intusstriata*, Emm.

10. *Calcaire esquilleux, bleu foncé*, en couches verticales, contenant beaucoup de silice et de rognons siliceux qui présentent quelquefois une couleur bleue remarquable.

[1] M. l'abbé Stoppani a bien voulu examiner les fossiles que j'avais recueillis dans les couches à *Avicula contorta* de la Savoie, il les a déterminés ; il en a décrit et figuré quelques-uns. Les résultats auxquels il a été conduit par cette étude ont été publiés dans la *Paléontologie lombarde, Appendice sur les couches à Avicula contorta du versant N.-O. des Alpes principales.* C'est à ce bel et intéressant ouvrage que j'emprunte à mon tour beaucoup de noms de fossiles.

[2] Ces chiffres et les suivants, qui se rapportent aux épaisseurs des couches, sont la mesure approximative de l'espace que les couches occupent sur la route. Or comme elles la coupent obliquement, ces chiffres sont un peu trop forts pour indiquer leur épaisseur réelle.

On y trouve les fossiles suivants :

Cardium, fig. par M. Stoppani.
Lima Hettangiensis, Terq.
» Fisheri, Terq.
Pecten Valoniensis, Leym.
» Falgeri, Mer.
» Loryii, Stop.
» Hehlii? d'Orb.
» Lemanensis, Stop.
Ostrea Pictetiana, Mort.
Pleurophorus elongatus, Moore.

Les nos 5 à 10 occupent environ 143 mètres le long de la route.

Étage sinémurien et étage liasien. — 11. *Grande masse de calcaire bleuâtre*, difficile à séparer du no 10. Elle contient une couche de calcaire rougeâtre, dans laquelle j'ai trouvé des *peignes* et d'autres fossiles.

Ammonites Guibalianus, d'Orb.
» planicosta, Sow.
» liasicus, d'Orb. ou Spirratissimus, Quenst.
» acteon, d'Orb.

12. *Calcaire bleuâtre.*

13. *Calcaire bleu marneux* dans la partie de l'O., plus solide à l'E. Les couches paraissent verticales et sans fossiles. On y voit des nids de bitume et des traces de charbon de pierre.

14. *Calcaire bleu ;* nouvelle carrière ouverte en 1856 ou 1857. L'ensemble des couches 11 à 14 mesure environ 500 mètres. Ici finissent les carrières du Maupas ou de Meillerie d'en bas.

En suivant la route, on traverse le village de Meillerie

et ses charmants vergers. Au delà les premières roches en place appartiennent aux carrières de la Balme; elles font encore partie de l'étage sinémurien et de l'étage liasien. L'espace qui les sépare de celles du Maupas est d'environ 800 mètres.

15. *Calcaire gris bleu*, à veines de silex et calcaire gris. Il s'étend sur 320 mètres environ le long de la route, contient des ammonites entre autres l'*A. Acteon*, d'Orb., et particulièrement une espèce du groupe de l'*A. Cornucopiæ*, qui, d'après M. Oppel, est nouvelle.

Étage toarcien ou lias supérieur. — 16. Grande étendue de *marnes bleues* plissées, clivées, avec des rognons de la grosseur de la tête environ, qui sont exploités pour la fabrication du ciment; les joints des couches sont presque verticaux. Elles forment une pente boisée au-dessous de l'escarpement du calcaire de la Balme et contiennent des *Ammonites radians*, Schlot., et des traces de fucoïdes. Elles occupent environ 920 mètres le long de la route. Ces marnes constituent le terrain le plus récent de cette coupe, et au delà on retrouve, dans l'ordre inverse, les divers prolongements latéraux des couches précédentes.

Nous arrivons à la carrière de la Balle ou de Leucon; dans sa partie O. nous trouvons l'**étage liasien et l'étage sinémurien**, représentés par les couches suivantes.

17. *Marnes jaunâtres* qui font peut-être encore partie de l'étage précédent.

18. *Calcaire gris bleu* en grandes couches verticales, dirigées du N. 70° E. au S. 70° O., renfermant les fossiles suivants :

Nautilus semistriatus, d'Orb.
Ammonites Kridion? Hehl:
» fimbriatus, Sow.

Ammonites fimbriatus jeunes.
» acteon, d'Orb.
» geometricus, Phil.
Lima.
Pecten.

Ce calcaire occupe environ 270 mètres le long de la route.

Infra-lias. — 19. La séparation entre le lias proprement dit et les couches de l'infra-lias n'est pas aisée à établir ; elle est faite, il me semble, par une couche de marne *(a)* située à peu près au milieu de la carrière de la Balle, qui est probablement la partie supérieure de la couche à *Avicula contorta.* Elle appartient à un massif de marnes et de calcaires noirs, faisant un pli remarquable que l'exploitation des carrières tend à faire disparaître et qui indique la manière dont les marnes relevées contre le lac, au bord de la route, se rattachent au grand escarpement et en font partie. Les couches dans leurs portions supérieures sont redressées au S.-E. Ce pli se prolonge à l'O., mais son niveau allant en s'abaissant de ce côté, il disparaît sous le lac où probablement il continue. On peut diviser ce massif en plusieurs couches; les principales sont les suivantes :

a. Marne d'un gris noir dont je viens de parler, avec *Leda Deffneri?* Opp., *Anomia Schafhäutli*, Winkl., *A. Revonii* Stopp., *Pecten Valoniensis*, Defr.

b. Au-dessous se trouve une *couche de calcaire marneux*, contenant des *coraux*, des *Terebratula gregaria*, Suess, et des *Spirifer Munsteri*, Davids.

c. Couches plus calcaires que les précédentes, avec *Pecten Valoniensis*, Defr., *P. Hebertii*, Stopp.

d. Couches contenant des *Leda Deffneri?* Oppel (moules).

e, f. Couches mélangées; les unes sont une lumachelle

d'*Avicula contorta*, les autres sont des schistes argileux et marneux noirs, friables, avec quelques veines d'un dépôt ferrugineux qui leur donnent l'apparence des couches des Schambelen (Argovie), de Poligny (département du Jura), de Champfromier (département de l'Ain). Elles renferment les fossiles suivants : *Cardium Philippianum*, Dkr., *Nucula? Meilleriæ*, Stopp., *Avicula contorta*, Portl., *Pecten Mortilleti*, Stopp., *Anomia Lemani*, Stopp. L'ensemble du n° 19 occupe environ 200 mètres.

Au delà de la carrière de la Balle, nous trouvons un espace d'environ 200 pas, occupé par des broussailles, et plus loin le **terrain triasique** qui est composé de la manière suivante.

20. *Marnes et calcaires gris dolomitiques*, exploités pour enrochement, en couches dirigées au N. 65° E. et plongeant de 70° au S.-E., c'est-à-dire contre la montagne dans la partie basse, mais se relevant au S.-E. dans la partie haute. On voit encore dans ce terrain le pli dont j'ai parlé à propos des couches précédentes.

En suivant la route, on traverse le village de **Leucon**, un torrent, le hameau de Noirette, et ce n'est que près du hameau du Bret qu'on rencontre la *cargneule* n° 21 et la dolomie grise qui appartiennent aux marnes irisées. Leurs couches plongent au N.-O. et sont trop recouvertes de broussailles pour qu'on puisse en mesurer l'étendue et l'épaisseur.

M. Stoppani tire quelques conclusions de la comparaison des fossiles de cette localité avec ceux des Alpes lombardes; nous renvoyons à son intéressant travail[1] pour ces détails qui sortent du plan de notre ouvrage.

[1] Voyez aussi *Archives*, 1863, XVII, 273.

§ 322. — **En résumé**, d'après la disposition, la structure et les fossiles des roches de Meillerie, on comprend que les couches sont repliées en forme d'U, ou d'*Auges*, selon le nom consacré par M. Rogers dans son mémoire sur les monts Apalaches[1]. Cette structure, très-commune dans ces dernières montagnes, est également fréquente dans le Jura, et depuis quelques années on en a trouvé des exemples dans les Alpes. A Meillerie, ces auges sont au nombre de quatre, placées les unes dans les autres. Celle du centre est composée de marnes toarciennes (16) (ici nous ne voyons pas le pli inférieur, mais il est à découvert dans la coupe de la Dranse 16, Pl. V, fig. 4). Les couches à droite et à gauche de ces marnes se correspondent deux à deux; c'est d'abord du calcaire liasien et sinémurien (11 à 15 et 17 et 18) qui compose la seconde auge; dans la troisième viennent les couches infra-liasiques (5 à 10 et 19); enfin la quatrième appartient aux marnes irisées qui constituent le terrain le plus ancien de cette localité, ce sont des cargneules, etc. (1 à 4 et 20 et 21). La position des cargneules à Meillerie, à la Dranse et à Matringe, au-dessous de l'étage de l'infra-lias, a servi de base à la démonstration de la présence du terrain triasique.

§ 323. — Entre le petit village de Bret et St-Gingolph, au lieu dit le **Lecoum** ou **Leucon**, se trouve un énorme éboulement. « Peut-être, dit M. Necker[2], comme le pen-« sent quelques auteurs, cet éboulement serait-il celui qui, « en l'an 563 de notre ère, engloutit la ville de **Taure-« tunum** ou **Tauredunum**[3] et causa dans les eaux de

[1] *On the Physical structure of Appalachian chain, etc.* Trans. of the Associat. of Americ geol. and nat. Philadelphia, 1843, 474.

[2] *Etudes géologiques*, 307.

[3] Marius d'Avenches l'appelle Tauretunum, et Grégoire de Tours Tauredunum.

« tout le lac une agitation qui fut ressentie même à Ge-« nève. » Cette réflexion est d'accord avec la carte de Keller, qui indique à cet endroit l'éboulement de Tauredunum. Mais on verra plus loin que d'autres savants croient que ce désastre a eu lieu près de la Porte de Sex ou un peu en amont de St-Maurice, ce qui paraît probable, car Grégoire de Tours assure que le château de Tauredunum était « situé sur une montagne qui domine le fleuve du « Rhône[1] » (§ 326).

Les roches éboulées à Leucon sont des calcaires marneux gris détachés du flanc d'une montagne peu élevée sur laquelle on voit encore leur point de départ; elles renferment des traces de fucoïdes et des *Ammonites tripartitus*, Rasp., que l'on a rapportées pendant quelque temps à l'étage callovien, mais qui appartiennent à l'étage bathonien. Cette ammonite se rencontre souvent dans les Alpes et manque dans le Jura.

Je suis à peu près certain que les *Ammonites Humphresianus*, Sow., les *A. lenguiferus* et les *Posidonomya alpina*, A. G., qui m'ont été envoyés de Meillerie sans indication de localité, proviennent de l'éboulement de Leucon.

§ 324. — En continuant à suivre la route, on traverse St-Gingolph et l'on se dirige vers le Bouveret et Port-Valais. Les calcaires liasiques forment, je crois, la plus grande partie des hauts escarpements qui dominent cette route; mais les roches du bord du lac sont très-différentes. En sortant de **St-Gingolph**, on voit à une centaine de pieds d'élévation, la cargneule qu'il ne faut pas confondre avec le tuf qui est dans le voisinage. Puis vient une immense série de grès variés, qui s'étend jusqu'au delà du Bouveret et qui

[1] *Hist. ecclésiast. des Francs*, par St. Grégoire, trad. nouv. par H. Bordier. Paris, 1859, I, § XXXI, 178.

semble inférieure à la cargneule. Cependant nulle part on ne voit le contact de ces deux roches; d'ailleurs ces grès auraient cette position, que l'on ne pourrait rien en conclure, car les terrains sont trop plissés dans cette région. — Leurs couches sont dirigées au N. 50 à 60° E. et plongent au S.-E. environ, avec une inclinaison moyenne de 30°.

Les premiers grès au delà de St-Gingolph sont divisés en couches minces, et accompagnés de calcaires et de schistes argileux luisants. Ils contiennent des traces de végétaux fossiles, des veinules de charbon et ont quelques rapports avec les grès à anthracite, dont ils diffèrent complétement pour l'âge. Un peu plus loin, ils sont verts, rouges, gris, micacés, quelquefois à gros grains. A la carrière de la Croix, ils sont identiques aux grès de Bonneville, et ont à la surface inférieure de leurs couches les mêmes petites protubérances qui laissent des creux sur la couche opposée; souvent ces protubérances sont pyriteuses.

Dans la grande carrière nommée **Fenalet**, le grès est gris, presque toujours en couches minces et régulières: il est exploité comme pierre à paver et accompagné de schistes argileux noirs luisants; tous deux renferment beaucoup de traces de *Chondrites Targionii*, Brong., var. *arbuscula*, Fischer-Ooster, et d'autres fucoïdes qui ont de l'analogie avec les *Chondrites triadicus*, de Geinitz; quelques fissures de ces roches contiennent des cristaux de chaux carbonatée métastatique. Il semble qu'au delà de cette carrière les marnes rouges sont plus abondantes; elles sont quelquefois œillées, mais toujours associées au même genre de grès, et près du Bouveret on reconnaît dans ces derniers de nombreuses traces des vagues qui agitaient les eaux où ils se déposaient

Cette formation s'étend encore quelque peu à l'E.; puis disparaît sous des éboulements.

La question de l'âge de cette grande série de grès, est fort embarrassante, car on ne trouve pas d'éléments décisifs pour la résoudre; ils semblent identiques, pour les caractères minéralogiques, aux grès tertiaires de Bonneville (§ 276) qui paraissent inférieurs à la cargneule.

M. Blanchet rapporte au flysch la pierre de Fenalet, mais il la croit inférieure au calcaire de Meillerie[1]. M. Studer a classé les grès du Bouveret dans le Ralligensandstein[2] qui forme le sol entre Vevey et Clarens, d'après la carte des Alpes occidentales, publiée par ce savant. Ce grès de Ralligen est maintenant classé dans l'étage aquitanien du terrain miocène inférieur[3], c'est-à-dire dans la mollasse. Une confusion relative au gisement de l'*Ammonites tripartitus*, Rasp., avait fait penser au savant géologue de Berne, que les grès du Bouveret pouvaient appartenir au terrain callovien, mais ce fossile provient de Leucon. Sur la carte géologique de la Suisse de 1853, les **grès du Bouveret** sont rapportés au terrain triasique. Je ne pense pas que cette opinion puisse être soutenue, malgré leur ressemblance avec les grès à paver des environs de Lyon[4] et de la Nièvre[5], et quoiqu'ils paraissent à tort, d'après la disposi-

[1] Blanchet, *Ter. erratique alluvien*, 1844, p. VIII.

[2] *Geol. der Schweiz*, 33.

[3] Heer, *Recher. sur le climat et la végétat. du pays tertiaire*, trad. de Ch. Gaudin, p. 20.

[4] Notice sur les matériaux destinés au pavage, etc. *Ann. des conducteurs des ponts et chaussées*, par M. Fournet, nos de janvier, fév. et mars 1858. Leur position est exactement déterminée dans la *Géologie lyonnaise* du même savant, p. 92, et *Bull. Soc. géol. de France*, 1859, XVI, 1085, 1091, 1092. J'ai visité les grès de Cogny et de St-Germain, leur position au-dessous des cargneules est bien plus visible que celle des grès du Bouveret.

[5] *Etudes géol. sur le départ. de la Nièvre*, 32, et *Et. paléontologiques*, 8.

tion des couches, être au-dessous de la cargneule. Si au Bouveret et à Bonneville on regardait simplement au prolongement des couches, on verrait que celles de la première de ces deux localités correspondent aux mollasses tertiaires de Vevey et de Clarens, et celles de la seconde, aux mollasses des Bornes; c'est probablement pour cette raison que M. Necker a désigné les grès du Bouveret sous le nom de grès mollasse compacte[1]. Mais on y trouve des fucoïdes inconnus dans la mollasse. En considérant que nulle part, dans les Alpes de notre voisinage, on ne voit, dans les formations triasique, jurassique ou crétacée, des couches présentant les caractères des grès du Bouveret, on arrive à croire qu'ils ne peuvent être rapportés à aucune d'elles, tandis que leurs caractères minéralogiques, leur puissance et leurs fucoïdes les classent dans le macigno alpin.

§ 325. — Les roches qui forment la gracieuse **colline de Port-Valais,** sont le prolongement de celles qui sont cachées sous les éboulements des montagnes au-dessus des grès du Bouveret. Quoique je n'aie pu y trouver de fossiles, je ne doute pas qu'elles n'appartiennent au terrain liasique.

M. J. de Charpentier, avec qui j'ai eu le plaisir de faire quelques courses, m'a raconté qu'après son retour des Pyrénées, les gens du pays lui assurèrent plusieurs fois qu'il y avait, dans le rocher de Port-Valais, des anneaux de fer ayant servi jadis à amarrer des bateaux. Jamais cependant il n'avait réussi à les voir, même en offrant de fortes récompenses, et il ne croyait pas à leur présence. Le citoyen Verneilh[2] assure que des anneaux ayant la même destination se trouvent à une grande hauteur au-dessus du Rhône

[1] *Etudes géologiques*, 216.
[2] *Statistique du département du Mont-Blanc*, 1807, 44.

à Culoz, non loin de Seyssel. Je crois que l'on peut en douter et penser que depuis Ovide, qui a donné l'appui de son talent à une ancienne tradition, la fable des ancres ou des anneaux placés au sommet ou sur le flanc des collines s'est répandue en divers endroits du monde.

Il n'aurait cependant pas été surprenant de trouver des anneaux au rocher de Port-Valais. Cet endroit, l'ancien *Portus Vallesiæ*, était au bord du lac à une époque qui n'est pas fort ancienne, autant qu'on peut en juger par l'inspection du sol. Maintenant il est à une demi-lieue dans l'intérieur des terres, et cet accroissement de la terre ferme aux dépens des eaux du lac, est un agrandissement du delta du Rhône dans les temps historiques [1].

De Port-Valais, on voit d'une manière générale la position des **grès du Bouveret** (*g*, Pl. VII, fig. 1) presque ensevelis sous une masse énorme d'éboulements et dominés par les couches du Grammont qui se redressent contre le lac.

§ 326. — Au delà de Port-Valais, toujours en continuant notre route, nous arrivons au village des **Évouettes**, en face d'un ravin gigantesque descendant du sommet du Grammont. Avant de nous occuper de cette montagne, parlons de la plaine.

C'est non loin des villages de Chessel, de Crebelley et de Noville que l'on trouve un très-grand nombre de blocs tombés du Grammont, comme l'indique la nature de la roche. Quelques savants placent ici l'éboulement de **Tauredunum**, arrivé l'an 563 de notre ère (§ 323). J'ai tracé sur ma carte géologique les contours de ce singulier terrain de transport, d'après un dessin que je dois à l'obli-

[1] Necker, *Études géologiques*, 76. D'après M. Bakewell, Port-Valais était au bord du lac à l'époque romaine. *Travels in Tarentaise*, 1823, I, 137.

geance de M. le professeur Morlot. Le cône d'éboulement ou talus de déjection du Grammont du côté des Évouettes est considérable ; le torrent qui descend de cette montagne a changé plusieurs fois de place, et le cône se termine, au-dessus du village, par une terrasse dont la surface à peu près horizontale est limitée par un talus à terre coulante. Entre le pied du talus et les amas de blocs de la rive droite du Rhône, on ne trouve rien qui rappelle un éboulement : on ne voit aucun bloc, et l'espace vide est de 1300 mètres d'après M. Venetz [1] ; peut-être les blocs se sont-ils enfoncés dans le terrain marécageux et ont-ils été recouverts par les alluvions du Rhône. Cependant ce savant ingénieur s'appuie sur ce grand espace vide, pour combattre l'idée du transport des blocs au centre de la plaine par un éboulement, et il croit qu'ils ont été apportés lors de la troisième extension du glacier du Rhône [2]. MM. Troyon et Morlot [3] au contraire pensent que les données historiques et géographiques que fournissent les auteurs anciens (Marius d'Avenches et Grégoire de Tours) cadrent bien avec les observations faites au pied et sur les flancs du Grammont. Ils rappellent qu'on donne encore à cette montagne le nom patois de *Dérotchiaz* ou *la Dérochée* : cette désignation, qui est fort expressive, est également employée pour désigner la partie des Fiz d'où s'est détaché un grand éboulement (§ 418).

La question de l'emplacement de Tauredunum a été examinée dans un savant mémoire de M. F. de Gingins-la-Sarraz, qui le voit dans les éboulements de la Dent du

[1] *Bull. Soc. Vaud. des Sc. nat.*, 1859, VI, 129.

[2] Mém. sur l'extension des anciens glaciers, etc., *Mém. Soc. helvét. des Sc. nat.*, 1861, XVIII, § 15.

[3] *Bull. Soc. Vaud. des Sc. nat.*, 1853, III, 281.

Midi, un peu au-dessus de St-Maurice en Valais [1]. Cette opinion trouverait sa confirmation dans ce que nous dit M. Baulacre, ancien bibliothécaire à Genève; il explique la simultanéité du mouvement des eaux du lac, qui causèrent des dégâts dans cette ville, et de l'éboulement de la montagne, en émettant l'idée que l'un et l'autre ont été le résultat d'un tremblement de terre qui se fit sentir dans les deux emplacements. Puis il ajoute : « On nous apprend que « la montagne dont se détacha la terrible masse qui fit tous « ces ravages, s'appelle aujourd'hui Jorat. Son ancien nom « est le mont Taurus [2]. » Evidemment il ne peut être ici question de la montagne au N. de Lausanne. Mais ce nom se retrouve au col de Salanfe, entre le Salantin et la Dent du Midi. On voit sur la carte fédérale un chalet qui porte le nom de **Jora**, et plusieurs fois j'ai entendu parler de la Tour de Jora, située près du Sex de la Gagnerie. Ces montagnes dominent le grand ravin de St-Barthélemy, par où des éboulements considérables de la Dent du Midi sont arrivés dans la plaine [3] (§ 163).

M. Morlot croit que le mouvement extraordinaire des eaux causé par la catastrophe de Tauredunum [4], a produit le dépôt lacustre qui se voit à Clarens à une certaine élévation au-dessus du lac; ce mouvement fut tel, selon les anciens auteurs, que les vagues détruisirent plusieurs constructions à Genève. Pour ma part, j'ai beaucoup de doute sur l'origine du dépôt indiqué à Clarens, et je n'insiste pas

[1] Recherches sur quelques localités du bas Valais et des bords du Léman aux premiers siècles de notre ère, et en particulier sur l'éboulement du Tauredunum en 563. *Mém. de l'Institut national genevois*, 1856, III.

[2] *Œuvres historiques et littéraires de L. Baulacre*, recueillies par Ed. Mallet, 1857, II, 92.

[3] Du 26 août 1835. *Bull. Soc. géol. de Fr.*, 1835, VII, 27.

[4] *Bull. Soc. Vaud.*, 1854, IV, 49.

plus longtemps sur ces recherches historiques qui n'ont rien de commun avec la géologie.

§ 327. — Dans une course que j'ai faite avec M. Morlot, ce savant m'a fait observer la structure fort singulière des graviers situés à Fin d'en haut, à 900 pieds environ au S.-E. de **Noville**. Les petites couches parallèles de ces graviers sont contournées de manière que chaque pli présente une pente douce du côté de l'éboulement, et abrupte du côté opposé (Pl. VII, fig. 3). Une petite couche *(aa)*, plus ferrugineuse que les autres, dessine bien les ondulations. Dans les parties verticales des couches, le grand axe des galets aplatis est vertical. M. Morlot était disposé à croire que l'énorme pression résultant de l'accumulation des blocs avait formé ces plis en produisant un refoulement latéral [1]; M. Necker [2] mentionne des plis analogues dans un terrain semblable, et dans une localité où rien n'a dérangé le sable depuis son dépôt.

§ 328. — Avant d'entrer dans les hautes montagnes, suivons la plaine jusqu'à la limite que j'ai indiquée pour ce district, c'est-à-dire jusqu'à Monthey. Nous verrons à une demi-heure de **Vionnaz**, sur la rive gauche du torrent qui descend de Draversa, une masse de gypse d'un gris bleu en couches verticales, avec peu de gypse blanc, accompagnée de marnes irisées rouges et vertes et de cargneule; ce gypse est le prolongement de celui qui est beaucoup plus haut dans la montagne et dans le même ravin, près du Chalet Neuf.

Enfin, à **Monthey** on voit une multitude de blocs erra-

[1] On pourrait consulter, sur l'éboulement de Tauredunum, la brochure relative à l'*Histoire naturelle des environs de Vevey*, par M. Blanchet, si elle ne renfermait pas des opinions qui ont été réfutées sur l'ancien niveau du lac de Genève.

[2] *Etudes géologiques dans les Alpes*, pl. I, fig. 9.

tiques dont le groupement, le volume et la position ont souvent attiré l'attention des géologues. J'ai visité deux fois cette localité, et je renvoie pour sa description à celle de Charpentier[1] et à ce que j'en ai déjà dit (§ 98). Je crois que toute personne qui passera quelques moments au milieu de ces milliers de blocs qui sont maintenant à onze lieues environ du point d'où ils ont été détachés (le val Ferret), trouvera que la description de M. de Charpentier reste au-dessous de la grandeur du phénomène, plutôt qu'elle ne l'exagère. La limite supérieure de ce terrain erratique est aux Quaouves (§ 97), à 1156 mètres au-dessus du niveau de la mer d'après M. de Charpentier, et à 1086 mètres d'après une mesure barométrique que j'ai prise; on sait que cette sorte de recherche est assez difficile pour que la différence entre deux mesures ne soit pas surprenante.

Nous sommes arrivés au pied de la Dent du Midi, qui n'appartient plus au district que j'ai désigné sous le nom de Chablais, et dont je veux achever la description. Revenons donc en arrière, pour parler du Grammont.

VI. MONTAGNES SITUÉES ENTRE LA DRANSE ET LE RHÔNE.

§ 329. — En regardant le Grammont de la route des Évouettes, on a en face de soi le couloir par lequel se sont éboulées les roches qui ont produit, dit-on, le désastre de Tauredunum (Pl. VII, fig. 4). On y voit les gypses *(gy)*, les dolomies, les cargneules *(ca)*, les marnes rouges et le grès noir triasiques, recouverts par le lias *(L)*. Celui-ci est lui-

[1] *Essai*, 139.

même recouvert, du côté du S., par des roches argileuses *(cal)* qui sont probablement calloviennes ou oxfordiennes et qui plongent au-dessous des grands rochers de Chambairy. Ces rochers *(kim)* appartiennent au terrain du mont Chauffé, où j'ai trouvé tant de fossiles coralliens ou kimméridiens (§ 331), et sont surmontés par le macigno alpin *(Ma)*.

Du côté du N., la coupe est moins facile à prendre à cause des immenses escarpements et des grands éboulements du Grammont. On peut croire que les terrains jurassiques sont repliés, et la présence du macigno alpin du Bouveret près de St-Gingolph vient à l'appui de cette idée.

Le district où se trouve le Grammont[1] est un de ceux de la Savoie dont il est le plus difficile de comprendre la structure géologique, tant les dislocations y sont grandes, les renversements fréquents et les fossiles rares. Il offre même des difficultés matérielles au voyageur ; je m'y suis égaré pendant plusieurs heures, au milieu de passages assez mauvais, en voulant aller du Grammont à la mine de Combre.

J'ai visité le Grammont et ses environs en 1847, 1856 et 1858. Le peu de satisfaction que me donnait l'observation géologique de cette montagne, a toujours trouvé une heureuse compensation dans la jouissance que j'éprouvais à la parcourir. Rien, en effet, n'est plus gracieux que le lac de Taney, rien n'est plus beau que la vue du sommet du Grammont.

Pour relier entre elles diverses observations que j'avais faites précédemment, je partis un matin de Vouvry, je montai rapidement au Grammont pour recueillir des fossiles, je me rendis ensuite à la mine de Combre, puis, revenant

[1] Je reproduis ici les détails que j'ai donnés sur le Grammont en 1856, avec quelques changements.

en arrière, je gagnai les chalets d'Oche. De là, en passant par le Rebollion d'Oche, j'arrivai aux chalets des Neuves, à Mémise, enfin au village de la Joux pour trouver un gîte dans une chambre où dormaient déjà un père, une mère et cinq ou six enfants. Cette course de quinze heures, faite en ramassant des fossiles et en recueillant des échantillons et des notes, m'a laissé un vif souvenir.

Lorsqu'on part de Vouvry pour faire l'ascension du **Grammont**, on monte d'abord sur des éboulements en suivant le sentier du col de Vernaz. On voit beaucoup de blocs erratiques composés de roches cristallines valaisanes. Dans une course que M. de Charpentier et moi nous fîmes au sommet de la Cornette de Bise, en 1846, il nous parut, d'après une mesure barométrique, que ces blocs s'élevaient jusqu'à 900 mètres d'altitude près de Miex. La petitesse de cette hauteur s'explique par la conformation du sol; en effet, cet endroit est dans une vallée latérale.

En montant, on laisse à gauche des terrains à formes arrondies, peu solides, boisés et à structure compliquée, formés en grande partie par des schistes à fucoïdes (*Ma*, Pl. VII, fig. 4). On traverse, par un passage resserré, la chaîne de la Cornette de Bise dont la sommité la plus rapprochée porte le nom de Roc de Chambairy. Elle est composée de calcaires kimméridiens et oxfordiens *(kim)*, dont je parlerai plus tard. Puis, on arrive dans une combe occupée en partie par le charmant petit lac de Taney; les roches ressemblent à celles de l'étage callovien (*cal*); je n'y ai pas trouvé de fossiles.

Enfin, il faut gravir la pente très-raide du Grammont, et l'on atteint bientôt le sommet nommé la Montagne des Crosses; il est à 2178 mètres au-dessus du niveau de la mer et à 1800 mètres environ au-dessus du niveau du

lac; l'on y jouit d'une vue splendide. On y trouve des fossiles dans un calcaire sableux, gris noir, siliceux, qui prend une teinte jaunâtre en se décomposant. M. Studer[1] les rapporte aux espèces suivantes :

Ammonites interruptus? d'Orb. Bajocien ou lias supérieur.
Terebratula vicinalis, Schl. Oxfordien.
» maxilata, Sow. Bajocien.
» concinna? Sow. Bathonien.
Pentacrinites.
Defrancia clypeata, ou Pelagia clypeata, Bathonien.

D'après ces déterminations, M. Studer classe l'ensemble de ces fossiles au-dessus du lias, dans le terrain jurassique inférieur. Mais l'examen que j'ai fait sur des fossiles que j'ai ramassés exactement dans la même localité, me porte à croire qu'ils appartiennent aux espèces suivantes :

Ammonites Bonnardi, d'Orb.
Gastéropodes (indéterminables).
Posidonomya ou Avicula.
Ostrea Pictetiana, Mort.
Rhynchonella Moorei? David. Voisine de la R. angulata, Sow., Davids. (british fossils). Elle a été prise pour le R. concinna.
Rhynchonella plus petite.
Terebratula numismalis? David.
Spiriferina verrucosa, d'Orb.
Pentacrinites basaltiformis, Ag. d'après M. Ooster qui dit que ce fossile a été recueilli à la Dérotchaz ou Dérotchiaz.

Ces fossiles classent le sommet de la montagne dans le terrain liasique. Il semble que ces roches sont un prolonge-

[1] *Geol. der Schweiz*, II, 42.

ment un peu latéral de celles de Meillerie, qui s'y relient par quelques ondulations gigantesques des couches. En cherchant à combiner diverses coupes, on arrive à croire que le Grammont forme une voûte liasique, au centre de laquelle se trouvent des gypses triasiques associés à des marnes rouges, à des grès noirs et à des cargneules. J'ai cherché à figurer cette structure dans la Pl. VII, fig. 4; mais le jambage septentrional de cette voûte est replié de manière à présenter les escarpements contre le lac. Or, comme on trouve au bord du lac les grès du macigno *(Ma)*, dont la stratification plonge sous la montagne, et que ces grès sont séparés des escarpements par des talus d'éboulements énormes, je crois que l'on peut supposer, sans trop de témérité, que les couches du Grammont se recourbent encore une fois, à peu près comme les lignes ponctuées l'indiquent, et que sous ces talus d'éboulement sont cachées les diverses assises jurassiques qui correspondent aux rochers de Chambairy.

§ 330. — On peut entrer dans l'intérieur du Chablais en partant de Vouvry et en franchissant le col de Vernaz. Avant d'arriver à ce col, on passe à trois quarts d'heure environ de la mine de Combre. La couche de charbon, qui a un peu plus d'un mètre de puissance, est presque verticale, un peu inclinée au S.-E. et dirigée au N. 70° E. Elle est comprise dans l'étage kimméridien, formé de calcaire gris avec des rognons de silex, contenant les fossiles indiqués dans le tableau du § 331.

Au **col de Vernaz**, élevé de 1824 mètres, on trouve des terrains difficiles à classer. M. Ph. Delaharpe, habile et consciencieux observateur, en a donné une coupe [1] à la-

[1] Houille kimméridienne du bas Valais. *Bullet. Soc. vaud. des sc. nat.* 1856, IV, 304.

quelle j'ajouterai quelques détails, sans pouvoir arriver à un résultat satisfaisant. Au centre du col se trouve la cargneule (*ca*, Pl. VII, fig. 2). En se rapprochant de la Cornette de Bise, on voit des couches inclinées au S.-E., qui offrent la succession suivante :

1. *Calcaire stratifié (kim)* avec *Mytilus*, *Lima*, *Ostrea*, que M. Delaharpe classe dans l'étage kimméridien, quoiqu'il plonge sous la cargneule; il a une puissance de plusieurs centaines de mètres. Dans cette roche, j'ai trouvé des fragments d'ammonites qui rappellent l'*A. planicosta* du terrain liasique, des peignes, des huîtres, des limes et des gastéropodes mal conservés, mais n'ayant aucun rapport avec ceux du mont Chauffé, en sorte que j'ai beaucoup de doute sur l'âge de cette couche.

2. *Roche siliceuse* poreuse, avec rognons de calcaire bleu et rognons siliceux, renfermant des *ammonites* et des *fucoïdes ;* 50 à 60 mètres. Elle forme la montagne de la Calla.

3. *Schistes calcaires* sans fossiles; plusieurs centaines de mètres. Les dernières couches contiennent quelques *Ostrea solitaria*, Sow., et des *polypiers*.

4. *Houille* de la mine de la Calla; 15 centimètres.

5. *Marne terreuse*, se délitant à l'air; de 5 à 20 centimètres; pétrie de bivalves d'aspect lacustre, appartenant à trois ou quatre espèces différentes. M. Studer les rapporte aux genres *Venus*, *Nucule* et *Astarte*.

6. *Calcaire massif* gris clair, dur, déchiré en tous sens, dont les premières couches sont minces et marneuses. Elles renferment les fossiles suivants : *Ostrea solitaria* ou *semisolitaria*, *Mytilus*, *Nerinea*, *polypiers*, qui caractérisent l'étage kimméridien.

7. *Calcaire marneux* gris clair *(ox)* qui forme la partie supérieure de la Cornette et qui contient plusieurs couches

de calcaire rougeâtre. Lors de ma course au sommet de cette montagne, avec M. de Charpentier en 1846, j'ai trouvé un gros fragment d'ammonite que M. Alcide d'Orbigny a reconnu pour être l'*A. plicatilis* de l'étage oxfordien. Cette sommité s'élève à 2442 mètres d'après une de mes observations barométriques; à 2450 mètres d'après M. Baup et à 2432 mètres d'après la carte fédérale.

M. Delaharpe assure que l'on trouve, au S. du col de Vernaz, du côté de la pointe de ce nom, une série de couches composée de la manière suivante (Pl. VII, fig. 2):

1. *Dolomie.*

2. *Calcaire schisteux.*

3 et 4. *Houille* et marne avec des fossiles lacustres semblables à ceux du pied de la Cornette.

5. *Calcaire massif*, déchiré en tout sens.

Ce savant en conclut que les deux flancs du col de Vernaz présentent la même série de couches; mais il pense que celle au S. du col est dans sa position normale, tandis que celle du côté Nord est renversée. J'ai quelques doutes sur ce dernier point, et je crois même pouvoir assurer que les couches de la Cornette à *Ammonites plicatilis* sont dans une position normale. Trouve-t-on au col de Vernaz une dislocation semblable à celles que M. Brunner a signalées dans la chaîne du Stockhorn [1]? C'est possible. Quoi qu'il en soit, ayant cherché à quatre reprises différentes des fossiles dans cette localité et n'ayant jamais rien trouvé de satisfaisant, je reste dans l'incertitude en voyant au milieu du col la cargneule, qui est ordinairement une roche triasique, en contact avec un calcaire que M. Delaharpe regarde comme kimméridien.

[1] *Bibl. Univ. de Genève*, 1852, XXI, 5.

Les couches des environs du col sont, en général, dirigées du N. 70 à 80° E. au S. 70 à 80° O., et cette direction, qui est bien différente de celle des montagnes de la rive droite de l'Arve, indique que la forme recourbée du lac de Genève est, en partie, la conséquence de la direction courbée des couches des Alpes qui l'avoisinent.

§ 331. — En descendant du col de Vernaz à la **Chapelle d'Abondance**, on suit la cargneule jusqu'à la jonction du ruisseau qui vient de ce col avec celui qui part du col de Bise. Près du confluent elle disparaît, et je crois qu'elle passe sous le mont Chauffé, dont je vais parler, pour aller se montrer avec le gypse au milieu des éboulements de l'endroit nommé Au Mont, près d'Abondance.

Avant d'arriver à la Chapelle, on traverse de beaux bois de sapins et l'on marche sur de grandes masses d'un terrain glaciaire, caractérisé par des roches semblables à celles de la Pointe de Grange qui est de l'autre côté de la Dranse. Ce terrain erratique vient probablement des montagnes où cette rivière prend sa source; elles sont assez grandes et assez hautes pour avoir pu alimenter un glacier, pour peu que la limite des neiges ait été plus basse; ce qui paraît suffisamment prouvé. On trouve encore, à côté des premières maisons de la Chapelle, les couches à fucoïdes, renfermant des *Chondrites crassa*, Schafh., etc., que nous avons déjà vues aux Charmettes (§ 295), et qui occupent ici le fond de la vallée.

Mais revenons à la descente du col de Vernaz, pour parler de la montagne qui lui est opposée du côté de l'O. C'est un rocher gigantesque dont la face septentrionale est nommée Roc d'Ubine et la face méridionale **mont Chauffé**. On voit rarement une montagne aussi grande formée de couches aussi verticales; elle rappelle un peu la Pointe des

Neus (§ 288), dont elle est peut-être le lointain prolongement. J'ai trouvé beaucoup de fossiles dans le mont Chauffé, et dans une position si bizarre qu'il est bon de la préciser.

Lorsque du sentier du col de Vernaz l'on regarde cette montagne, elle se présente comme dans la Pl. VII, fig. 5 ; elle paraît avoir deux sommités, celle du N. un peu plus élevée que celle du S. Entre les deux sommets, des couches minces et ondulées forment une espèce de couloir qui permet d'atteindre la cime par un passage dangereux, dit-on ; il était obstrué par la neige lorsque j'en approchais. Ce couloir se termine à sa partie inférieure par un petit plateau très-incliné à la source d'un ruisseau qui le plus souvent est à sec. Pour trouver des fossiles, il faut en remonter le lit et arriver à deux ou trois cents pieds au-dessous de la base du couloir. Là on trouve, sur la droite du plateau, des calcaires marneux qui contiennent les mollusques indiqués plus loin.

Dans cette localité peu hospitalière, j'ai essuyé l'orage du 19 juin 1861, qui a eu quelque célébrité. Je fus obligé de me mettre à l'abri sous des rochers malheureusement très-peu saillants, pendant que des pierres tombaient de la montagne en sifflant autour de moi, et que d'effroyables tonnerres frappaient les cimes du mont Chauffé et de la Cornette.

Avant de passer à l'énumération des fossiles, je terminerai la description géologique du mont Chauffé. Sur la rive droite du couloir, je vis à une certaine distance des couches dolomitiques bréchiformes qui me confirmèrent dans l'idée que le prolongement de la couche de cargneule du col de Vernaz passe sous le mont Chauffé.

Je suis monté au sommet de cette montagne en partant de la Chapelle. De ce côté, le contre-fort inférieur est formé

par les schistes calcaires à chondrites du macigno alpin (*ma*, Pl. VII, fig. 5), s'appuyant contre la montagne; au-dessus on voit un calcaire rouge, vert et schisteux très-décomposé, qui est plus ancien, dont les couches sont dirigées du N. 65 à 70° E. au S. 65 à 70° O. et passent un peu au S.-E. du grand rocher de Linleux, qui lui-même paraît être le prolongement du mont Chauffé. A peu près à moitié hauteur de la montagne, on atteint une longue veine de charbon qui est accompagnée d'une marne noire renfermant beaucoup de fossiles blancs et brisés.

Le sommet du mont Chauffé est fort étroit; au N. il est limité par un très-grand précipice. La vue, qui est remarquable, s'étend sur les Alpes vaudoises, les Diablerets, le Valais, la Dent du Midi, le Mont-Blanc; cependant celle de la Cornette est préférable. Dans la couche de charbon j'ai ramassé quelques débris d'êtres organisés qui sont inscrits au tableau.

Je dois à l'obligeance de M. le professeur Merian de Bâle la détermination des fossiles suivants et la plus grande partie des notes qui les accompagnent; j'ai réuni à ceux du mont Chauffé ceux de la mine de Combre (§ 330) et ceux d'Arbon (§ 336).

Fossiles du mont Chauffé, d'Arbon et de Combre.

Nos	Noms.	Auteurs.	Localités [1].	Étages [2].
1	Natica eudora? d'Orb.	Prodr. 15, 31.	A.	K.
2	» hemispherica? Rœm.	Rœm. Pl. IX, f. 7.	A.	K.
3	Panopea.		Ch.	
4	Pholadomya scutata? Ag.	Ag. Pl. 62, f. 1-5.	A.	K.?
5	» 2 espèces.		Ch.	Co.

[1] Ch. = Mont Chauffé; A. = Arbon; C. = Combre.

[2] K. = Kimméridien; Co. = Corallien; Ox. = Oxfordien; Cal. = Callovien; St. = Strombien; hyp. = hypostrombien de M. Etallon; J b. = Jura blanc de M. Quenstedt.

Nos	Noms.	Auteurs.	Localités.	Étages.
6	Ceromya[1].	Rœm. Pl. 7, f. 5.	A.	K.?
7	Homomya hortulana? Ag.	Ag. Pl. 15, f. 1-3.	A.	K.?
8	Venus nuculæformis? Rœm.	Rœm. Pl. 7, f. 11.	Ch.A.C.	K.
9	Mytilus subpectinatus d'Orb.	Sow. Pl. 282.	Ch.A.C.	Cal.Ox.Co.K.
10	» imbricatus d'Orb.	Sow. Pl. 212, f. 1.	A. C.	Cal. Co.
11	» striatus Goldf.	Goldf. Pl. 129, f. 5.	C.	Ox.
12	» Thurmanii Mer.		C.	
13	» Merianii Fav.		C.	
14	Lima spectabilis? Contj.	Contj. Pl. 22, f. 1-3.	A.	K.?
15	» Monsbeliardiensis? Contj.	Contj. Pl. 22, f. 1-6.	A.	K.?
16	Pinnigena.			
17	Pecten sp. nov		Ch.A.C.	
18	Id.		Ch.	
19	Hinnites inæquistriatus d'Orb.		Ch.	Co.
20	Ostrea Monsbeliardensis Contj.	Contj. Pl. 26, f. 1-4.	Ch.	
21	» semisolitaria Et.	Etal.	Ch. A.	St. hyp.
22	» ind.		A.	
23	Rhynchonella trilobata Munst.	Ziet. Pl. 42, f. 3-4.	Ch. A.	Ox. J b.
24	Terebratula insignis Schl.	Ziet. Pl. 40, f. 1.	Ch.	Co. J b.
25	» bucculenta? Sow.	Ziet. Pl. 39, f. 6.	Ch.	
26	Hemicidaris Alpina Ag.		Ch. A.	K.
27	» Whrightii Cot.		A.	K.
28	Piquants d'Oursins.		Ch.	
29	Caryophyllia.		A.	
30	Polypiers.		Ch.	

[1] Voisine de la C. orbicularis.

NOTES RELATIVES AUX FOSSILES DU TABLEAU PRÉCÉDENT

§ 332. — N° 4. *Ph. scutata?* Ag., réunie par d'Orbigny à la *P. protei*, Defr.

5. *Pholadomya*, 2 esp.; l'une d'elle est voisine par sa forme de la *P. exaltata*, Ag., du terrain à Chailles; mais les nœuds formés par l'entre-croisement des côtes et des stries sont en général moins gros que dans cette dernière espèce. Elle se rapproche de la *P. paucicosta*, Rœm., à laquelle d'Orbigny, Prodr., ét. 14, n° 215, réunit plusieurs espèces faites par Agassiz; se trouve dans le corallien.

6. *Ceromya*, désignée par M. Studer sous le nom d'*Isocardia orbicularis*.

8. *V. nuculæformis?* Rœm., ou *Mactra ovata?* d'Orb., se trouve au mont Chauffé du côté du val d'Abondance, dans une marne noire avec des fossiles très-blancs. J'ai conservé ce nom donné par M. Studer, mais ces Vénus ont beaucoup de rapports avec des *Cyrena*, peut-être avec le *C. fossulata*, Cornuel, *Mém. Soc. géol. de Fr.*, 1840, t. IV, Pl. XV, fig. 1, du portlandien. D'Orbigny en fait un *Cyclas*, Prodr., ét. 16, n° 38. Rœmer. *Verstein. des nordd. oolit. Gebirg.*, indique des *Cyrena* qui accompagnent des couches de charbon du terrain jurassique supérieur.

9. *M. subpectinatus*, d'Orb., ou *M. pectinatus*, Sow., Rœm., Pl. IV, fig. 12, ressemble au *M. Couloni*, Mer., de l'étage néocomien, se trouve aussi au pont de Wimmis dans le Simmenthal.

10. *M. imbricatus*, d'Orb., ou *M. bipartitus*, Goldf., Pl. 131, fig. 3.

11. *M. striatus*, Goldf., se trouve aussi à Boltigen dans le Simmenthal.

12. *M. Thurmannii*, Mer., voisin du *M. subequiplicatus*, d'Orb., du kimméridien.

13. *M. Merianii*, Fav., voisin du *M. rugosa*, Rœm. Je lui donne le nom du savant de Bâle qui a bien voulu examiner ces fossiles. M. Studer l'a désigné sous le nom de *M. rugosa*. D'Orbigny, Prodr., étage corallien n° 314, parle du *M. petasus* qui ressemble aux chapeaux des carabiniers savoisiens et qui pourrait bien être cette espèce.

15. *L. Monsbeliardensis?* Contj., se trouve aussi aux Ormonts.

16. *Pinnigena*, ramassée au mont Chauffé du côté de la vallée d'Abondance.

17. *Pecten*, sp. nov., probablement celle que M. Studer a désignée sous le nom de *P. subtextorius*, Goldf., mais ce dernier provient du terrain à Chailles et a des côtes plus étroites.

18. *Pecten*. Mont Chauffé du côté d'Abondance.

20. *O. Monsbeliardensis*, Contj.; se trouve au mont Chauffé du côté d'Abondance, à la pointe à l'O. du col de Bise et à celle du Vorassey, située aussi à l'O. de ce col.

21. *O. semisolitaria*, Ét. (Étallon, Mémoire Soc. helvét. des Sc. nat., 1862, XIX, Pl. XL, fig. 1); se trouve au mont Chauffé du côté de la vallée d'Abondance et à l'O. du col de Bise. Cette espèce est associée à l'*Hemicidaris Thurmanii* que d'Orbigny classe dans l'étage corallien, Prodr., ét. 14, n° 434, et M. Desor dans l'étage portlandien moyen; elle paraît être semblable à l'*O. Pulligera*, Goldf., du Jura blanc ε de Quenstedt.

23. *Rh. trilobata*, Munst., se trouve au mont Chauffé du côté d'Abondance et sur son versant oriental, à l'O. du col de Bise, au Vorassey situé aussi à l'O. de ce col, au rocher d'Abondance, au pont de Wimmis, à Bæder et Krachhorn dans le Simmenthal et aux Ormonts (Studer, Geol. der Schweiz, II, 62; Ooster, Brachiopodes foss. des Alpes suisses, Pl. XVI). D'Orbigny ayant réuni la fig. 4 de la *Rhynchonella inæquilatera*, Ziet., à cette espèce; sa forme est très-variable, et quelques échantillons se rapprochent de la *R. concinna*. La *R. trilobata* se trouve dans le terrain jurassique supérieur de M. de Buch, dans le Jura blanc ε de M. Quenstedt (Petrefacten, p. 458, et der Jura). Elle est un peu plus haut que la *R. lacunosa* et un peu moins que la *R. inconstans*. D'Orbigny place la *R. trilobata* dans l'étage oxfordien avec les *R. lacunosa* et *inconstans*. Des formes analogues se rencontrent dans l'étage callovien : *R. major*, figurée par M. E. Deslongchamps (B. S. Linnéenne de Normandie, 1859, t. IV, note sur le terrain callovien, Pl. IV), et dans l'oolite inférieure, *R. Deslongchampsii* et *R. quadriplicata*, Ibid., t. II, Pl. V. M. Oppel pensait que cette *Rhynchonella* du mont Chauffé était très-voisine de la *R. trilobata*, mais ne lui était pas entièrement semblable.

24. *T. insignis*, Schl., se trouve des deux côtés du mont Chauffé et au rocher d'Abondance. D'Orbigny place cette espèce dans le corallien et dans l'oxfordien; Quenstedt dans son Jura blanc ε; M. Merian n'a pu distinguer les échantillons de ces

localités de la *T. bisuffaricinata*, Ziet., Pl. 40, fig. 3, que d'Orbigny place dans le callovien et M. Quenstedt dans son Jura blanc γ. Les deux espèces sont réunies par ce dernier savant (Petref., p. 472). Cependant il indique la *T. insignis* dans le Jura blanc ε (der Jura, p. 752). Des formes analogues montent plus haut que le corallien, d'après M. Quenstedt, mais les échantillons du mont Chauffé sont semblables à ceux du Jura blanc γ.

25. *T. bucculenta?* Sow., se trouve des deux côtés de la vallée d'Abondance; les échantillons du mont Chauffé ressemblent à cette espèce et ne lui sont pas complétement identiques. Elle a probablement été indiquée par M. Studer sous le nom de *T. globata* (Geol. der Schw., p. 63). La *T. bucculenta* se rencontre dans le terrain à Chailles du Jura bâlois, réuni à l'étage oxfordien par M. d'Orbigny qui classe aussi dans l'oxfordien la *R. inconstans*.

26. *H. Alpina*, Ag., Mém. Soc. helvét. des Sc. nat., t. III. Pl. 18; à d'Arbon il est au-dessus de la couche de charbon et se trouve également dans le Simmenthal et aux Ormonts.

27. *H. Wrigthii*, Cott. (Cotteau, Échin. de l'Yonne, Pl. 42). se trouve à d'Arbon au-dessus du charbon; collection géol. du musée de Genève; il n'a pas été examiné par M. Merian.

§ 333. — « Il paraît résulter avec évidence de l'examen « que j'ai fait, m'écrivait M. Merian en 1860, que tous ces « fossiles appartiennent à l'étage kimméridien, et que les « couches de ces localités sont le prolongement de celles du « Simmenthal, résultat auquel M. Studer était arrivé.

« Si la faune d'Arbon, de Wimmis et des Ormonts[1], « ajoutait-il en 1861, laisse, à mon avis, peu de doute pour « la déclarer kimméridienne, il est toujours vrai qu'il existe « une certaine différence avec la faune kimméridienne du « Porrentruy, par exemple. Il y a des espèces, telles que « la *Rhynchonella trilobata*, la *Terebratula insignis*, certaine « *Pholadomya*, etc., qui manquent à Porrentruy et qui sem-

[1] On trouvera quelques détails sur cette localité, *Bull. Soc. vaud. des Sc. nat.*, III, 137, et VII, 163.

« blent indiquer un horizon géologique un peu inférieur, « quoique peu éloigné. Ce n'est pas d'ailleurs un phéno- « mène insolite, lorsque nous tâchons de comparer les « couches alpines à celles du milieu et du nord de l'Europe. « Peut-être que les couches d'Arbon correspondent à un « niveau un peu plus ancien que celles du Banné de Por- « rentruy. Peut-être aussi que, lorsqu'on comparera en « détail les fossiles des couches d'Arbon, de Wimmis et des « Ormonts, on verra les espèces qui s'y trouvent corres- « pondre à une couche inférieure à celle où les véritables « espèces kimméridiennes se rencontrent. Peut-être la coupe « des Ormonts pourrait-elle donner des indications utiles. »

M. Oppel, qui a eu l'obligeance de visiter ma collection, pensait que l'ensemble de ces fossiles ne permettait pas de fixer d'une manière précise l'horizon de la couche qui les renferme, mais que cependant il était compris entre celui de l'étage oxfordien supérieur et celui du kimméridien. Cette faune doit donc faire partie de l'étage tithonique (§ 266).

§ 334. — Reprenons maintenant la suite de nos observations sur le Chablais. De la Chapelle, il faut se rendre à la **montagne de La Chaux**, située au N. du mont Chauffé, en passant près de sa face orientale. On y verra plus nettement que partout ailleurs la superposition des schistes calcaires à fucoïdes aux calcaires kimméridiens. D'abord au col d'Ubine (Pl. VII, fig. 5), les couches rouges sont verticales ou quelque peu appuyées contre le grand escarpement kimméridien du mont Chauffé. En montant à la Pointe de La Chaux, on voit ces couches verticales devenir presque horizontales, quoique très-plissées, se relever au N.-O. en étant superposées au calcaire kimméridien du Sex et s'étendre jusqu'à l'escarpement septentrional de la montagne.

Les schistes calcaires du macigno alpin (*ma*), remplis de *Chondrites crassa* et semblables à ceux des Charmettes (§ 295), de Mieussy (§ 297) et de la Chapelle (§ 331), reposent sur cette couche rouge et sont repliés de la même manière. La roche qui les compose est un calcaire grossièrement schisteux, blanchâtre, jaunâtre, mat, singulièrement strié; il présente quelque analogie avec le marbre ruiniforme de Florence. On y trouve aussi des bancs de grès brunâtre à particules charbonneuses.

J'ai parcouru l'aride sommité qui porte le nom de **Sex**; je n'y ai trouvé que du calcaire gris sans fossiles. On peut gagner de là, mais non sans peine, le **Vorassey** ou **Vorassex**, prolongement oriental de Sex; les couches en sont très-contournées, et j'y ai recueilli la *Rhynchonella trilobata* de l'étage kimméridien.

Un peu plus loin, on atteint le **col de Bise** (1840 mètres) et le côté occidental de la Cornette. J'ai été frappé de la manière brusque dont cette énorme chaîne cesse près du col, et je crois que cette interruption est due à une faille, parce que les terrains ne se correspondent pas des deux côtés du passage. A l'E. c'est un calcaire à rognons siliceux qui forme la partie inférieure de l'oxfordien de la Cornette; à l'O. on voit le calcaire kimméridien de la pointe du Vorassey.

Le grand cirque de Bise, qui est au N. du col, ne peut avoir été formé que par une combinaison des forces intérieures, qui ont fait surgir les chaînes de montagnes, et des érosions glaciaires et aqueuses qui en ont modifié les masses.

§ 335. — La coupe de la chaîne de **la Cornette** dans la descente du col au **cirque de Bise** est la suivante :

1. *Calcaire oxfordien*, formant la grande masse de la Cornette.

2. *Calcaire avec rognons de silex*, partie inférieure du terrain oxfordien.

3. Dans le milieu et à la base des Frètes de Bise, au N. des chalets, *calcaire noir siliceux* alternant avec du grès micacé, noir et jaunâtre.

4. *Schistes marneux*. Ces deux couches, où je n'ai pu trouver de fossiles, me semblent correspondre à l'étage callovien ou à l'oolite inférieure; elles ont un grand développement.

5. Plus bas, au milieu du cirque, je trouve un terrain jaune rougeâtre, formé par des grès siliceux, alternant avec des calcaires noirs. Il est semblable aux roches de la montagne des Crosses, au Grammont, et pourrait bien appartenir au terrain liasique.

Des chalets de Bise je descends un peu au S.-O. dans la vallée de **Fontaine**, à l'entrée de laquelle je trouve une accumulation de blocs qui me paraissent être des débris glaciaires. Certes, si la ligne des neiges éternelles s'est jamais abaissée au niveau du cirque de Bise, celui-ci a dû former un beau glacier-réservoir. Le sol de la portion élevée de cette vallée est composé de calcaires rougeâtres que j'ai déjà souvent rencontrés à la partie supérieure du kimméridien. Les couches se relèvent verticalement au S.-E. et recouvrent le calcaire gris (*kim*) qui renferme du charbon à l'endroit nommé Orlay de Fontaine (Pl. VII, fig. 5); tandis que, du côté du N.-O., ces mêmes roches se relèvent, suivant une pente assez rapide, jusqu'au sommet de la Pointe de Cheilon. Cette sommité est une partie rompue de la grande voûte qui forme le plateau de Cémy ou Semy, sur

le flanc nord-ouest duquel se trouve la **mine de d'Arbon ou Darbon.**

§ 336. — Pour se rendre des chalets de Bise à ce dernier endroit, il faut franchir le bord du grand cirque par sa partie N.-O., formée de calcaires marneux qui appartiennent, je crois, à l'étage callovien. On passe à l'O. de Sex de Bise, dont je parlerai, et l'on descend la vallée d'Arbon, jusqu'à ce que l'on rencontre à gauche une espèce de petit cirque nommé le Creux des Plainay, où se trouve la mine de charbon. Elle est située à 1625 mètres au-dessus du niveau de la mer et a été exploitée pendant quelque temps; mais elle a été abandonnée par suite de la difficulté des transports. M. E. Gruner a donné, sous le nom d'*Essai d'une houille du terrain crétacé des environs de Thonon (Savoie)* [1], l'analyse d'un combustible qui est probablement celui d'Arbon. C'est, dit-il, une houille très-bitumineuse et à longue flamme, répandant en brûlant l'odeur caractéristique des lignites. La poussière en est brune; on a trouvé, sur 100 de houille en morceaux :

Matières volatiles.	35,2
Coke.	64,8
Cendres	14,32
Cendres sur 100 de coke	22,10

Dans 100 de houille sans cendres, il y a donc 41,08 de matières volatiles. Les cendres sont, d'ailleurs, composées comme suit :

Argile	73,51
Sulfate de chaux	12,79
Carbonate de chaux	13,70
	100

[1] *Ann. des Mines*, 1844, VI, 585. Voyez aussi *Journ. des Mines*, an III, 1, n° V, 28.

Deux essais à la litharge, sur un gramme de houille, ont donné l'un 22gr,68 et l'autre 21gr,68 de plomb dont la moyenne correspond à 5018 calories, tandis que les bonnes houilles de St-Étienne fournissent de 6000 à 6500 calories. M. Morin, qui a fait un essai sur une houille d'Arbon, lui assigne 5743 callories, celle de St-Étienne en ayant 6205[1].

Ayant visité cette mine deux fois dans des moments où elle n'était pas exploitée, je n'ai pu en prendre une coupe très-complète; je ne puis donc mieux faire que de reproduire la description que M. Élie de Beaumont en a donnée[2]. Je renverserai l'ordre des couches, pour que la première soit celle de la partie supérieure; ce qui me forcera à retrancher les détails relatifs aux superpositions. Cette coupe est indiquée approximativement dans la Pl. VII, fig. 5.

« 1. *Calcaire compacte gris* avec petits filons calcaires de « la variété la plus ordinaire dans la partie supérieure du « calcaire des Alpes. Il forme, au-dessus de la galerie de « recherche, un escarpement de 40 à 50 mètres.

« 2. *Petite couche de calcaire marneux brun*, contenant « des térébratules et d'autres bivalves.

« 3. *Calcaire compacte noirâtre*, contenant un grand nom- « bre de coquilles turbinées, des térébratules et d'autres « bivalves, des oursins, des polypiers, etc. Il forme un « banc de deux mètres qui correspond peut-être à la roche « coquillière des Diablerets[3].

« 4. *Calcaire marneux brun*, contenant des impressions « végétales et un grand nombre de coquilles bivalves, cal-

[1] *Bullet. de la Classe d'Industrie de Genève*, nº 30.

[2] Lettres sur la constitution géologique de quelques parties de la Savoie, adressées par M. A. Sismonda à M. E. de Beaumont. *Comptes rendus de l'Ac. des Sc.*, 1857, XLV.

[3] La liste des fossiles que j'ai donnée (§ 331) différentie totalement cette couche de celle des Diablerets.

« cinées, qui forment le toit de la couche de houille d'Ar-
« bon. » M. Élie de Beaumont ajoute en note que « mal-
« gré l'état imparfait de conservation des plantes, la plu-
« part de ces empreintes ont une évidente ressemblance
« avec les *Noggerathia* de Taninge. » Quant aux fossiles, il pense « que leur état de calcination qui réduit leur test à « une matière blanche crétacée, rappelle complétement les « coquilles qui accompagnent la couche de combustible « d'Entrevernes. » Pour ma part, je ne crois pas, comme je l'ai déjà dit [1], que l'on puisse rapprocher ces couches de celles de Taninge, qui appartiennent au terrain houiller, ni de celles d'Entrevernes qui sont nummulitiques.

Mais je continue l'énumération des couches, d'après le savant de Paris.

« 5. *Houille d'Arbon.*

« 6. *Calcaire compacte* un peu esquilleux, noir, fétide, « qui alterne un grand nombre de fois avec de la marne « schisteuse noire, au-dessous de la couche de houille d'Ar-
« bon.

« La couche de combustible d'Arbon, dit encore M. « Élie de Beaumont, plonge au S. de 15 à 20 degrés, et se « plie en forme de dôme, de même que le calcaire qui la « recouvre. Elle a quatre pieds de puissance, dont seule-
« ment six pouces de houille pure du toit au mur; le reste « est plus ou moins terreux. »

J'ai peu de chose à ajouter à cette description si précise. Je ferai cependant observer que le banc n° 1 m'a paru être plutôt de 100 mètres que de 50; mais c'est une évaluation qui n'a pas d'importance. Il est terminé à sa partie supé-

[1] Observations relatives aux Lettres sur la constitution géologique de quelques parties de la Savoie, adressées par M. Sismonda, etc. *Archives*, 1858, I, 165.

rieure par un calcaire argileux, rouge, que l'on voit souvent à la limite des roches kimméridiennes et des schistes à fucoïdes. J'ai également observé des grès au-dessous de la couche de houille. Ils affleurent en amont du Creux du Plainay, sur la rive gauche de la vallée d'Arbon, où, en se relevant jusqu'à la crête, ils occupent un assez grand espace; l'extrémité de cette crête est couronnée par le Sex de Cheilon, qui est calcaire. Ces grès constituent aussi le grand cirque qui termine au N.-E. la vallée d'Arbon, entre le Sex de Cheilon et le Sex de Bise. Leurs couches forment une voûte et sont verticales au contact du Sex de Bise.

J'ai indiqué les fossiles contenus dans les couches voisines du combustible (§ 331), et je ne doute pas qu'ils n'appartiennent au même âge que ceux du mont Chauffé, savoir au corallien supérieur ou au kimméridien.

§ 337. — La lèvre N.-O. de la voûte de la montagne où se trouve la mine, est séparée de la lèvre S.-E. par une faille très-visible (Pl. VII, fig. 5), en sorte que dans la première de ces deux parties le combustible est caché sous terre. Ce terrain, après avoir pris la forme d'une auge au-dessous de la vallée, se relève et va former une pointe très-aiguë connue sous le nom de Pointe du Soldat. Ce pic, que je n'ai pu examiner, s'appuie contre la grande arête nommée la **Frête de Pelliouaz**; qui s'étend de Vacheresse au Sex de Bise, dans un ravin situé un peu à l'O. du chalet de Pelliouaz, j'ai recueilli des *Ammonites geometricus*, Phil., qui appartiennent à la partie moyenne de l'étage sinémurien. J'ai également recueilli quelques petits acéphales, probablement l'*Avicula Sinémuriensis*, d'Orb. = *A. inæquivalvis*, Goldf.

La Frête de Pelliouaz appartient donc au terrain lia-

sique (*L*, Pl. VII, fig. 5). Les cargneules triasiques *(ca)* se trouvent à la base N. et N.-O. de cette montagne, au-dessus de Maupassé et dans le voisinage d'Entre-deux-Nants, et les gypses au-dessus de Vacheresse. La cargneule reparaît au-dessous du col de la Grande Zeurre ou de la Ravine Rouge, non loin de Bernex où toutes les roches sont cachées par un dépôt erratique d'une épaisseur considérable. J'ai voulu dire quelques mots du revers N. de la Frête de Pelliouaz après avoir parlé d'Arbon, afin de compléter la description de la coupe (Pl. VII, fig. 5); mais il faut bien des heures pour aller de l'un de ces points à l'autre.

On descend d'Arbon à Vacheresse (843 m.) en suivant une vallée étroite et resserrée, remplie d'éboulements. Près des Granges du pied de la Combe, j'ai trouvé des blocs erratiques granitiques, et au moyen de deux évaluations faites à bien des années de distance, j'estime qu'ils sont à 170 mètres au-dessus de la Dranse, soit à 1000 mètres environ au-dessus de la mer; on verra (§ 341) qu'ils remontent plus haut dans la vallée. L'argile glaciaire est très-développée à Vacheresse, et elle cesse d'une manière très-marquée au-dessus du village, près de Villard, comme l'avait observé M. Necker[1]. Là on voit aussi de l'alluvion former deux terrasses bien prononcées, à la même hauteur sur les deux côtés de la vallée; celle de la rive droite s'étend du Villard à la Revenette.

Au rocher de Fiogère, qui est le prolongement de celui d'Arbon, on a tenté une exploitation de charbon qui n'a pas duré longtemps. On prétend avoir ramassé près de là, il y a une vingtaine d'années, un morceau d'obsidienne. Je n'ai jamais réussi à le voir; il se pourrait que ce fût un

[1] *Etudes*, 319.

laitier ou un morceau de verre que l'on a pris pour cette pierre éminemment volcanique. D'ailleurs, ce morceau fût-il réellement de l'obsidienne, il ne pourrait provenir des montagnes du Chablais. Cette prétendue découverte est peut-être une réminiscence de ce qui arriva à de Saussure[1] qui, pour un échantillon probablement semblable à celui-ci, et par suite d'une espèce de calembour sur les *pierres brûlées* et les *pierres qui brûlent*, fut entraîné à visiter les montagnes dont je viens de parler. On m'avait assuré que le grand éboulement du Splau près de Vacheresse renfermait beaucoup de fossiles, j'en ai cherché inutilement.

§ 338. — Nous venons de voir que **la couche de charbon** de Combre, de la Calla (§ 330), du mont Chauffé (§ 332), d'Orlay de Fontaine (§ 335), et d'Arbon (§ 336), dont il y a quelques traces dans le haut des montagnes de Novel, près de la Dent d'Oche, était connue de de Saussure. M. Studer est le premier qui l'ait classée dans le terrain jurassique supérieur[2]; il l'a regardée, avec raison, comme le prolongement des couches de charbon du Simmenthal, qui sont accompagnées des mêmes fossiles[3]. M. Delaharpe a confirmé cette assertion qui a été reproduite par M. Mortillet[4]. Enfin M. Mérian, d'après un nombre assez considérable de fossiles que j'ai recueillis, a établi l'âge de ce terrain d'une manière positive.

Cette couche de charbon, avec les nombreux fossiles qui lui sont propres et qui sont en majorité des cyrènes, quoique je les aie indiqués sous le nom de *Venus nuculæformis*, est

[1] *Voyages*, § 323.

[2] *Annales des Sciences nat.*, 1827, XI, 249. Il l'a répété encore en 1845, *Actes Soc. helvétique des Sc. nat.*, 1845, 97.

[3] La première détermination des fossiles du Simmenthal est due, si je ne me trompe, à MM. Woltz et Rœmer.

[4] *Min. et géol. de la Savoie*, § 198. *Assoc. florim.* 3 nov. 1854.

selon toute vraisemblance un terrain d'eau douce ou saumâtre, intercalé entre deux formations marines. Ce fait, qui annonce d'abord la présence d'une mer, puis celle d'un lac ou d'un estuaire, puis encore le retour de la mer dans la même localité, m'a toujours frappé d'étonnement, surtout quand j'ai vu qu'il n'y a aucune discordance de stratification dans les couches. Des faits analogues sont cependant connus depuis longtemps, et M. Studer a comparé ces terrains du Chablais à ceux du Hanovre, décrits par Rœmer[1]. A Larzac, dans le midi de la France, on trouve des charbons qui ont, à ce qu'il paraît, une apparence semblable, mais qui, d'après MM. Marcel de Serre, de Rouville, Reynès et Émilien Dumas, appartiennent à l'oolite inférieure[2].

§ 339. — Avant de quitter les environs de la Cornette, je veux achever de décrire la coupe de la Pl. VII, fig. 2, en partant du col de Vernaz (§ 330) et en allant jusqu'à Meillerie. Lorsqu'on traverse du Topez ou Calla au col de Bise, on voit les roches de ce col s'appuyer sur celles de la Cornette; la grande masse de la Cornette est oxfordienne *(oxf)* et repose sur un calcaire rempli de rognons de silex (*cal*, § 335), elle renferme, au-dessus des chalets de Bise, au moins quatre couches différentes d'un calcaire rougeâtre. Les couches entre la Cornette et la Dent de Viland, qui paraît être le prolongement de celle de Lovenet et du Sex de Bise, forment une espèce de voûte. Mais, pour bien voir leur structure, il faut parcourir la partie supérieure de la

[1] *Actes Soc. helvétique des Sc. nat.*, 1845, 97.

[2] Voyez sur ce sujet: Réunion extraordinaire de la Soc. géol. de France à Alais, septembre 1846. *Bullet. de cette Soc.*, 1846, III, 614. — Académie de Montpellier, 24 novembre 1849; Institut, 1er septembre 1849; *Archives*, 1850, XV, 146. — *Géologie de Ste Affrique*, 1858, p. 14, et *Acad. de Montpellier*, décembre 1857. — *Comptes rendus de l'Acad. des Sc. Paris*, 1858, XLVI, 999. — *Bull. Soc. géol. de Fr.*, 1858, XVI, 102

petite vallée dont les eaux coulent dans le lac de Taney, c'est-à-dire la montagne de l'**Haut** et de **Combrette**[1]. A peu près au milieu de la distance de la Dent de Viland à la Cornette, le calcaire de cette dernière montagne plonge au N.-O. *(oxf)*, et il est recouvert par des couches à silex *(kim)*, semblables à celles qui accompagnent le combustible de Combre. Sur ces couches reposent des schistes calcaires noirâtres, qui ont la forme d'une auge, et que je suis disposé à regarder comme des schistes à fucoïdes du macigno alpin *(Ma)*, quoique je n'y aie trouvé aucune trace de fossiles; en sorte que la Dent de Viland est le prolongement latéral des Cornettes. Le Sex de Bise est le prolongement direct de la Dent de Viland; pour cette raison je les ai confondus sur la coupe. Je regarde le Sex de Bise, dont la structure est peu claire, comme une masse verticale ou renversée. Il est séparé du Château d'Oche ou petite Dent d'Oche (2219 mètres), par la cargneule *(ca)*; cette sommité, à laquelle des veines de charbon donnent le caractère kimméridien *(kim)* spécial à cette région, s'appuie sur cette roche. Le Château d'Oche forme l'un des jambages d'un U gigantesque, dont l'autre jambage est représenté par la grande Dent d'Oche. Un lambeau fort resserré de schistes à fucoïdes *(Ma)* est entre ces deux sommets.

Au pied des Dents d'Oche, dans le vallon qui descend au Maupassé et à Bernex, on remarque un petit lac. Un peu au-dessous duquel, à 15 ou 20 mètres au-dessus du **chalet d'Oche**, c'est-à-dire à environ 1680 mètres d'altitude, on voit une ancienne moraine qui a été déposée par un glacier venant des Dents d'Oche. C'est un niveau très-bas et qui peut servir à déterminer le climat de l'époque glaciaire;

[1] Près du passage du Riss, indiqué sur la carte sarde au 1/50,000e.

car il fallait évidemment que la ligne des neiges éternelles descendît au-dessous du sommet des Dents d'Oche, dont l'une est à 2434 mètres et l'autre à 2219 mètres au-dessus de la mer.

§ 340. — Du chalet on passe sur le revers N.-O. de la **grande Dent d'Oche**, par l'étroit sentier nommé le *Rebollion* d'Oche. Toute l'énorme masse de la Dent est formée d'un calcaire gris où je n'ai trouvé qu'un fragment de bélemnite. Les couches se redressent fortement contre le lac; elles appartiennent probablement dans le haut à l'étage kimméridien *(kim)* et plus bas à l'oxfordien *(oxf)*. On est frappé de la hardiesse des déchirures des couches calcaires de ce groupe de montagnes, et l'on pense avec M. Élie de Beaumont que : « Ces belles et grandes « lignes de fractures qui forment le *caractère* des paysages « alpins, seront toujours une des pierres d'achoppement « des partisans exclusifs des *Actuals causes*[1]. »

La coupe (Pl. VII, fig. 2) indique la structure des couches entre la Dent d'Oche et la montagne de Mémise, et la section qui s'étend de ce dernier endroit à La Joux, donnera la clef de la position relative des terrains. On y voit, en allant de haut en bas :

1. *Un calcaire rouge* brique, tacheté de vert, qui renferme un grès siliceux, noir verdâtre, en couches subordonnées : il a beaucoup de rapport avec la couche rouge que j'ai signalée au col d'Ubine et avec les grès voisins d'Arbon.

2. *Marne noirâtre* dans laquelle on a cherché du charbon sans grand succès.

3. *Calcaire marneux*, schisteux, pourri, verdâtre.

4. *Calcaire compacte* gris, avec silex, qui probablement correspond au kimméridien de ces montagnes.

[1] *Montagnes de l'Oisans*, 1834, 25. *Ann. des Mines*, 3e série, V.

5. *Calcaire noduleux*, ressemblant au calcaire oxfordien des Voirons; j'y ai trouvé une *Ammonites plicatilis*, et M. de Mortillet un *Aptychus lamellosus*[1]; l'épaisseur en est grande et il est redressé contre le lac.

6. *Marnes feuilletées* présentant des contournements; elles sont le prolongement de celles qui se sont éboulées dans le torrent de Bret et qui renferment l'*Ammonites tripartitus*, caractérisant l'étage callovien ou bathonien; elles forment le plateau de La Joux.

D'après deux mesures barométriques, j'évalue à environ 350 à 400 mètres la puissance des couches comprises entre la partie supérieure des marnes calloviennes et le calcaire rouge brique n° 1, indiqué plus haut. Dans les éboulements entre La Joux et Bonnaz, j'ai recueilli des pentacrinites et des térébratules dont je n'ai pu voir la position exacte. Au-dessous de La Joux, la structure des couches est masquée par les bois, et les grands escarpements ne permettent pas de l'examiner; pour cette raison je n'ai tracé que des lignes ponctuées dans la partie N.-O. de la Pl. VII, fig. 2. Elles représentent l'hypothèse qui me paraît la plus plausible pour relier les terrains liasiques et keupériens de Meillerie (Pl. V, fig. 5) à ceux qui leur sont superposés.

Tel est, dans ses traits principaux, ce massif que M. Studer avait en vue, lorsqu'il attira l'attention de la Société helvétique des Sciences naturelles sur le Chablais que personne n'avait décrit avant lui[2].

§ 341. — Après avoir fait cette digression sur les Dents d'Oche, je reviens à Vacheresse. En face de ce village, de l'autre côté de la Dranse, s'élèvent de hautes montagnes dont le centre est nommé **Tréchauffé**; à gauche est la

[1] *Min. et Géol. de la Savoie*, § 197.
[2] *Actes Soc. helvétiq. de Sc. nat.*, 1847, 96 et suiv.

grande arête d'Orson, et plus bas à droite les rochers de la Forclaz. J'ai suivi à peu près l'arête de ce massif du **col du Corbier**, passage facile, gazonné, élevé de 1326 mètres et formé par les schistes à fucoïdes, jusqu'à la Forclaz, et je n'ai pas trouvé un seul fossile. On ne voit que des calcaires plus ou moins gris, plus ou moins noirs, renfermant des couches marneuses; ce qui donne à la structure de ces montagnes un aspect semblable à celui des chaînes du Jura.

Je n'ai aucun doute que ces roches ne soient le prolongement des roches kimméridiennes, oxfordiennes et calloviennes du mont Chauffé, de la Cornette et de la montagne de Bise; mais il faudrait des fossiles pour établir des subdivisions, et je n'en ai pas vu. Au-dessus de Bonnevaux on trouve les calcaires fétides, qui ordinairement accompagnent le charbon; près du chalet d'Orson, situé dans une espèce de centre de soulèvement, il y avait, dit-on, une source salée qui a été recouverte; les roches du voisinage sont des grès siliceux et des calcaires oolitiques blancs ou roses.

Au rocher de la Forclaz, on a exploité des nids d'oxyde de manganèse dans un calcaire gris et rougeâtre; ils sont tantôt grands, tantôt petits. La direction des couches est du N. 55° E. au S. 55° O. J'ai recueilli en cet endroit une bélemnite et observé des blocs erratiques de roches cristallines, jusqu'à une élévation qui m'a paru être égale à celle de la montagne d'Armone, c'est-à-dire à environ 1340 mètres.

La route de **Vacheresse** à **Abondance** se fait dans une gracieuse vallée. On reconnaît, dans les montagnes de la rive droite, la structure que j'ai décrite dans la Pl. VII, fig. 2, avec quelques modifications cependant. La partie la plus frappante est près de l'endroit nommé Au Cercle qui.

je pense, tire son nom de la magnifique voûte que les couches dessinent dans l'escarpement de la masse rocheuse qui le domine. La surface supérieure de cette montagne est occupée par le plateau d'Autigny qui est le prolongement de la Pointe de La Chaux ; l'ensemble en est formé de roches kimméridiennes, surmontées peut-être par des couches à fucoïdes. Au delà et à quelques minutes du village d'Abondance, les rochers de ce nom sont en couches verticales comme leur prolongement, le mont Chauffé. Ils renferment quelques fossiles (voyez § 331); les roches kimméridiennes qui passent sur la rive gauche de la Dranse entre Abondance et Bonnevaux, sont bientôt recouvertes par les schistes à fucoïdes qui occupent une large étendue au passage du Corbier. Elles vont probablement se montrer de nouveau dans les escarpements qui bordent la Dranse du Biot.

Au Cercle, comme je l'ai déjà dit, j'ai trouvé un bloc erratique de gneiss du volume d'un pied cube, associé à des blocs de schistes calcaires noirs à bélemnites. Ces derniers proviennent, sans doute, des montagnes qui s'élèvent au S. ou à l'E. d'Abondance, tandis que la roche cristalline ne peut venir que de la chaîne centrale des Alpes.

§ 342. — Un peu **au N.-E. d'Abondance**, à La Combafou sur le Mont, près du chalet des Plagnes, il y a une exploitation de gypse. J'avais espéré y reconnaître l'étage purbeckien, car cette roche paraît supérieure au calcaire kimméridien; mais elle est cachée par des éboulements, et on ne peut juger de sa position géologique ; cependant on peut s'assurer qu'elle est recouverte par les schistes à fucoïdes et par des roches rougeâtres qui s'étendent jusqu'au fond de la vallée. C'est encore près du chalet des Plagnes que se trouvait une source de bitume dont on

a parlé quelquefois, et qui a disparu sous un éboulement.

La partie du Chablais située au **S. d'Abondance** est comprise dans le grand massif liasique que j'ai signalé à propos de la Pointe de Marcely et du Roc d'Enfer ; dans les montagnes de la rive droite de la Dranse du Biot et de St-Jean d'Aulph, on reconnaît la structure en fond de bateau figurée dans la Pl. VII, fig. 6.

A partir du passage du Corbier, près d'Abondance, et en suivant la crête des montagnes dans la direction du N.-O. au S.-E., les principales sommités sont les Teilly, l'Écuelle, Tavenose, Lans, Savache, dont les couches plongent au S.-E.[1] ; puis on arrive à la combe du lac de Montriond. Cette petite vallée est séparée de celle de Sous-le-Sex, débouchant à Morzine, par une montagne dans le flanc Nord de laquelle on exploite l'ardoise; les couches en sont horizontales et supportent la plaine d'Avoriaz (Pl. VII, fig. 6), qui est le milieu du fond de bateau. En se prolongeant au S.-E., elles se relèvent jusqu'à des hauteurs considérables, et forment le Ressachau, les Hauts-forts (2478 mètres), la Pointe de Nyons et toute la longue série des Alpes Noires. Au pied méridional de cette chaine, on voit la *cargneule triasique (ca)*; flanquée et en partie recouverte par les roches suivantes :

Ma = Macigno alpin.
n (par erreur N sur le dessin) = Calcaire nummulitique.
c = Craie.
a = Terrain albien.
u = Calcaire urgonien.
N = » néocomien.

[1] On trouve des fucoïdes liasiques? dans des schistes argileux près d'Essert-Renan.

Dans la **combe de Montriond** se trouve un petit lac fort gracieux (1060 mètres), dont les eaux sont retenues par la moraine d'un ancien glacier et s'échappent à travers les blocs. Cette moraine, de même que celle de la Dent d'Oche (§ 339), nous démontre la présence de neiges dites éternelles sur des montagnes peu élevées ; les deux sommités les plus hautes d'où pouvait descendre le glacier de Montriond, sont la Pointe de Grange (2452 mètres) et la Pointe Mossettaz au S.-E. (2300 mètres). Mais à la Dent d'Oche la moraine est à 1680 mètres d'altitude, tandis qu'à Montriond elle est à peu près au niveau du village de Chamonix.

§ 343. — La **Pointe de Grange**, qui appartient au grand massif liasique, s'élève au S.-E. du village d'Abondance. Cette grande et belle pyramide atteint la hauteur de 2452 mètres, d'après une observation barométrique calculée par Genève et par le Grand St-Bernard. Lorsque je montai au sommet, en 1848, il y avait un grand nombre de chamois, et je pus avec quelques précautions approcher d'une troupe de dix-sept de ces animaux, qui avaient raison de se croire en parfaite sécurité ; car je n'avais qu'un marteau à la main. Les uns dormaient, d'autres broutaient, quelques mères allaitaient leurs petits. Un coup de sifflet que je fis entendre les mit tous sur pied. Ils hésitèrent sur la direction de leur fuite ; mais une fois décidés, leur course fut rapide ; toutefois les mères, après avoir fait quelques bonds, revenaient en arrière toutes tremblantes, pour s'assurer si leurs petits avaient pu franchir les mauvais pas qui se trouvaient sur leur route. Depuis lors on a fait une guerre terrible à ces charmants animaux. Je vis également les deux plus grands aigles que j'aie jamais aperçus dans mes courses.

La Pointe de Grange se présente avec majesté lorsqu'on

la regarde des chalets du Lans d'Abondance[1] (Pl. VII, fig. 7); elle est formée en majeure partie de calcaire brèche du terrain liasique. Quoique Albanis Beaumont ait signalé la présence de coquillages fossiles sur cette montagne[2], je n'ai pu en trouver aucun. Au-dessous de la dernière pyramide, on remarque des schistes rouges (*c*) qui correspondent probablement aux marnes irisées; ils sont associés à du gypse et à des grès plus ou moins rouges près du chalet de Trèlebou dans la vallée de Chermy, presque à mi-hauteur de la Pointe de Grange. Du sommet de cette montagne les couches sont redressées contre le lac jusqu'à l'emplacement du gypse; elles forment une voûte au-dessus de cette dernière roche, puis plongent en sens opposé jusque près d'Abondance. Là elles changent encore une fois d'inclinaison avant le village, sont redressées contre le lac et dirigées au N. 70° E.

Au confluent des deux rivières près d'Abondance, on voit un rocher à couches verticales, qui rappelle celui de Matringe (*x*, Pl. VI, fig. 1), celui de Pierre Saône (Pl. VI, fig. 6) et celui du Bas Thex ou Battay, près du Biot, qui paraissent être les affleurements d'une même couche.

§ 344. — Pour achever la description du Chablais, nous nous rendons au val d'Illiers: deux routes s'offrent à nous, celle de la vallée et celle de la crête des montagnes qui séparent la vallée du Rhône de celle d'Abondance; la première sera suivie par la plupart des touristes; la seconde est plus fatigante, mais fournit de plus beaux points de vue. Disons quelques mots de celle de la plaine. On chemine d'**Abondance à la Chapelle** dans une vallée située entre les Pointes de Grange et de Chauffé, et occupée par

[1] Près de là le chalet de l'Endevay est à 1769 m. d'altitude.
[2] *Descript. des Alpes Grecques et Cottiennes*, 2e part., II, 292.

les schistes à fucoïdes. Au delà, le vallon est étroit et ses pentes couvertes d'éboulements. On peut visiter, sur la rive gauche de la Dranse, deux gisements de gypse au-dessus des **prés dits de Bonnevaux.** Celui d'en bas est un gypse gris, contenant beaucoup de fragments de schistes argileux; celui d'en haut est plus blanc. Les deux masses sont stratifiées irrégulièrement et entourées d'éboulements et de diluvium qui ne permettent pas de voir leur jonction avec les autres roches. Ces gypses triasiques sont au-dessous des roches liasiques de Grange et forment le prolongement de ceux de Chermy (§ 345), des Finges au pied du Roc d'Enfer (§ 314) et de Matringe (§ 298).

En montant le col de Morgins, on passe devant la **vallée des Sex** ou **d'Essert,** au fond de laquelle la Dranse prend sa source et qui a été le dernier refuge des loups de ce pays [1]. Elle est fort étroite et encaissée dans des escarpements presque verticaux, formés par des couches horizontales; elle est à peu près le prolongement du massif d'Avoriaz (Pl. VII, fig. 6). Ces couches, qui sont composées d'ardoises et de calcaires noirs avec ou sans silex, se relèvent pour former la Pointe de Grange au N.-O., et les Alpes Noires au S.-E. Dans le fond, cette vallée, en s'élevant, s'élargit à l'endroit nommé Plaine Dranse, et sur les calcaires noirs du lias reposent des schistes marneux qui représentent probablement l'étage supérieur de cette formation.

Le **col de Morgins,** un peu à l'O. duquel sort une source d'eau ferrugineuse, est un passage facile, peu élevé (1373 mètres), avec un petit lac fort pittoresque. Le vallon de Morgins invite au repos; il est entouré de beaux bois de

[1] Ils hantaient une caverne de la pointe de Cornebois; l'exploitation des ardoises, qui s'opère au moyen de la poudre, les a fait partir.

sapins et une source salée y attire bon nombre de malades.

Près du col et dans le temps où je pensais à classer le calcaire brèche dans la formation nummulitique, je trouvai, à ma grande satisfaction, une bélemnite dans cette roche; maintenant qu'elle est rangée dans le lias, cette trouvaille a moins d'importance.

§ 345.— Lorsqu'on se rend de **la Chapelle à Morgins**, en suivant l'arête qui s'étend entre la vallée du Rhône et celle de la Dranse d'Abondance, on fait une belle et agréable course; mais la structure géologique de ces hauteurs est peu claire. Quoique les notes que j'ai recueillies ne me satisfassent guère, je les transcris pour servir de jalon à un travail qui se fera peut-être un jour.

Pour faire cette course on peut monter au col de Vernaz (§ 330) ou gagner le lac Arvin qui, malgré son élévation et son isolement, est très-poissonneux. Le Pic de Vernaz est formé de calcaire kimméridien d'après M. Delaharpe (Pl. IX, fig. 1, qui fait suite à la fig. 2 de la Pl. VII). La combe du lac, de même que celle du col de Salvane, est occupée par des calcaires schisteux grisâtres, accompagnés de schistes calcaires rougeâtres qui rappellent les schistes à fucoïdes. Le signal de Linleux est un grand pic de calcaire gris, semblable à celui de l'étage kimméridien.

Au Pas ou col de Conche se trouve la cargneule. Après vient encore un grand rocher semblable au calcaire kimméridien. Puis, jusqu'au signal de la Croix, la crête de la montagne, qui est peu accidentée, est occupée par les schistes à fucoïdes et à helminthoïdes, dirigés de l'E. à l'O. Ils sont le prolongement des roches qui forment le fond de la vallée d'Abondance entre le village de ce nom et la Chapelle, lesquelles sont elles-mêmes le prolongement de celles de Vallonet (§ 314), de Mieussy (§ 297) et de la Pointe

d'Orchex (§ 282); en sorte que ce système de couches traverse la Savoie des bords de l'Arve à ceux du Rhône.

Au **Signal de la Croix** se trouvent les schistes rougeâtres qui servent souvent de limite inférieure aux schistes à fucoïdes. Il ne faut pas les confondre avec les roches à peu près de même apparence, qui accompagnent ordinairement les gypses triasiques. Plus loin, en se dirigeant toujours au S.-E., on voit paraître des calcaires noirs bréchiformes, plus ou moins cristallins, à rognons de silex devenus jaunâtres par décomposition. Cette brèche, qui est souvent associée à des ardoises, est formée de cailloux tantôt très-gros, tantôt fort petits; elle appartient au terrain liasique. Au milieu du col de la Croix, situé au S. du signal de ce nom, on voit des couches rouges différentes de celles qui accompagnent les fucoïdes; de là jusque dans les environs de Zermillon, près de Cermeux, les couches forment une espèce de fond de bateau en plongeant d'abord au S.-E., puis en se relevant au S.-E.; évidemment on retrouve ici la partie plate du fond de bateau déjà signalée à Avoriaz et aux Sex (§ 344).

Au chalet Neuf affleure la cargneule qui est le prolongement de celle de Vionnaz (§ 328). En suivant toujours la même direction, on monte aux rochers de Tréveneuse, montagne singulière, en grande décomposition, et dont le sommet est en forme de cratère, quoiqu'elle soit entièrement composée de roches de sédiment. La coupe de son flanc N. un peu O. montre la succession suivante, en remontant au-dessus de la cargneule (*ca*, Pl. IX, fig. 1) :

Grès schisteux noirs, argileux, fracturés *(1)*.

Calcaire noir (2).

Calcaire gris et rougeâtre (3) au sommet, dans lequel est ouverte une combe profonde et désolée par les éboulements.

En descendant la montagne du côté du S., on retrouve des couches qui correspondent aux précédentes, et que je désigne par les mêmes numéros :

Calcaire à Apiocrinites (2').

Calcaire noir foncé (2''), bréchiforme, à bélemnites, semblable au n° *(2)*.

Grès schisteux noirs, fracturés *(1')* avec schistes argileux, brisés, contenant du quartz lydien. Le schiste *argilo-ferrugineux rouge et vert (tr)* ne se voit que près de Morgins. Enfin vient la *cargneule (ca)* qui occupe avec des gypses une zone assez large, surtout dans les pâturages de Tsanceau, où l'on voit de nombreux effondrements du sol en forme d'entonnoirs qui sont caractéristiques de la présence du gypse. On suit cette zone jusqu'à Morgins, en passant au pied de la sommité du Corbeau (1998 mètres).

§ 346. — La cargneule atteint un grand développement un peu au-dessous de **Morgins**, et en amont de l'établissement des bains une **source minérale** sort d'un tuf ferrugineux qui est sur un affleurement de cette roche. Dans une notice sur cette eau, M. Beck émet l'opinion qu'elle sort d'un calcaire néocomien [1]; rien ne m'a rappelé cette formation dans les roches du voisinage. Cette eau chlorurée, saline et ferrugineuse a été analysée en 1808 par M. le Dr Gosse, et M. de Franc, pharmacien de Monthey, a fait en 1852 un travail à ce sujet dont voici le résultat :

Température invariable.	7°,5
Pes, sp	1,002540

L'action de cette eau est neutre sur le papier réactif.

Matières contenues dans un litre d'eau :

1° *Substances volatiles* :

Air dissous, quantité indéterminée.	
Acide carbonique,	idem.

[1] *Notice sur l'eau ferrugineuse et saline de Morgins en Valais*. Vevey 1856.

2° *Substances fixes* :

Chlorure de potassium[1]	0,9665
» de sodium	0,8807
Bicarbonate de chaux Carbonate de chaux Sulfate de chaux	2,0950
» de magnésie	0,5197
Bicarbonate de fer	0,2056
Silice	0,3482
Alumine	0,0347
Matière organique	0,0210
Perte	0,0103
Total, grammes	5,0817

Cette eau renferme une grande quantité de sel, et provient de la zone de cargneule et de gypse qui s'étend jusqu'à la vallée du Rhône, où elle est en face des gypses d'Ollon et de Bex, qui sont certainement triasiques[2]. Du côté du S.-O., cette zone de cargneule se voit au pied des Alpes Noires jusqu'au Col de Coux; puis elle descend à Vigny, près de Fréterole, où il y a du gypse. Elle passe au col de Golèze et à Chamossière; enfin elle va rejoindre la cargneule et le gypse des Moutiers et de Valentine près Samoëns.

On prétend qu'il y a dans les montagnes de Morgins une source plus salée que la précédente; mais qu'elle est cachée par les paysans qui craignent l'établissement de salines dans cette localité, ce qui amènerait la destruction des forêts. Je ne crois ni à cette prudence, ni à cette source.

§ 347. — De Morgins on peut aller aisément au lac

[1] La proportion de ce sel rappelle les analyses de la Carnallite indiquée par M. Fuchs dans son *Mém. sur le gisement de chlorure de Potassium de Stassfurt-Anhalt;* in-4, Paris 1865.

[2] Il y a du gypse et des dolomies à Bex, mais pas de cargneule.

Vert et à la gracieuse cascade de Fontaineblanche, qui sont dignes d'être visités par des touristes. J'ai parcouru la série de pics qui s'étend du col de Morgins au col de Coux; on la nomme quelquefois les Alpes Noires, et les sommités suivantes en font partie : Nobay (1675 mètres), Gingea (2185 mètres), Becor (2271 mètres), Cornebois (2236 mètres), Chézery (2281 mètres), Mossettaz (2297 mètres), Grand Conche (2160 mètres), Patnaly (2243 mètres), Sur la Pierre (2204 mètres). On y voit un développement considérable du calcaire brèche du lias, contenant des blocs grands et petits, en immense quantité, alternant avec des calcaires plus ou moins compactes et des couches de schistes argileux, quelquefois rougeâtres. La puissance de cette formation est énorme, et sur le revers N. de la Pointe de Chézery, le calcaire gris schisteux, contenant des silex, dont j'ai parlé dans la course de la vallée des Sex (§ 344) et que j'ai rapporté avec doute au lias supérieur, vient s'appuyer sur le calcaire brèche, évidemment liasique. En descendant de Chézery à Champéry, et au-dessus de la montagne de Cule, les couches changent d'inclinaison et plongent contre la vallée, c'est-à-dire au S.-E.

§ 348. — A Morgins le terrain glaciaire est très-développé, et entre cet endroit et Troistorrents, on remarque que la cargneule *(ca)* est recouverte par un *schiste argilo-ferrugineux rouge et vert* (*tr*, Pl. IX, fig. 1), plongeant au N.-O., qui a beaucoup de rapport avec la roche triasique de ce nom que nous avons vue à Matringe. La couche de même nature *(tr')*, qui est au delà de la cargneule *(ca)*, plonge au S.-E.; elle est recouverte par une grande épaisseur de grès *(gr)* plus ou moins micacés, argileux, gris, noirs, rouges et verts, plus ou moins compactes, plongeant au S.-E. de 30 à 40° contre la Dent du Midi, et associés

à des calcaires plus ou moins argileux; leur inclinaison varie sur certains points, elle est quelquefois presque verticale.

Cette formation de grès occupe un large espace dans le bas du Val d'Illiez, mais elle se restreint bientôt et disparaît au-dessus de Troistorrents; elle a été examinée par MM. Delaharpe et Renevier, qui n'ont pas voulu se prononcer sur son âge[1]. M. Studer nous dit : « Si, d'après l'opinion de « M. Élie de Beaumont, l'on voulait réunir le lias de Bex « au terrain anthracifère, Taninge pourrait être pris pour « un chaînon intermédiaire, et un autre se trouverait dans « les schistes et les grès schisteux de Val d'Illiez, que M. « Delaharpe met dans le flysch, et que j'ai coloriés en néo- « comien inférieur (dans la carte géologique de la Suisse, « 1853), mais qui, si je ne me trompe, ont toujours été « regardés par notre ami de Charpentier comme la conti- « nuation du terrain gypseux de Bex[2]. »

Si le passage suivant, tiré du mémoire de M. de Charpentier, est celui auquel M. Studer fait allusion, il me semble que le premier de ces deux savants a plus en vue les gypses que les grès. « J'observerai, dit M. de Char- « pentier[3], que le gypse de Bex n'est qu'une portion ex- « trêmement peu considérable d'une immense bande ou, « pour le dire plus exactement, d'une file de différentes « couches de gypse que j'ai suivies depuis la vallée d'Illiez « jusqu'au lac de Thoune, et qui depuis ces deux points « s'étend vraisemblablement beaucoup plus loin, soit à « l'ouest dans la Savoie, soit à l'est dans les petits can- « tons (§ 346). » Mais peut-être M. de Charpentier n'a-t-il

[1] *Bull. Soc. Vaud.*, 1853-1855, IV, 262.
[2] *Bull. Soc. géolog. de Fr.*, 1855, XIII, 149.
[3] *Annales des Mines*, 1819, IV, 559.

jamais parlé des grès du Val d'Illiez, que dans les conversations riches d'aimables pensées et d'idées originales, auxquelles il aimait à faire participer ceux qu'il favorisait de sa large hospitalité, dans sa demeure des Devens.

Ces grès du Val d'Illiez ressemblent aux grès du Bouveret, que j'ai rapportés au macigno alpin; ils rappellent ceux des environs de Vevey et de Clarens, qui appartiennent à la mollasse, et ils ont de l'analogie avec ceux de Bonneville[1] et de la base du Môle, qui paraissent être tertiaires. Ils ont d'autant plus embarrassé ceux qui les ont examinés, que l'on n'a pas grande confiance dans les caractères stratigraphiques de cette localité, parce qu'elle se trouve au pied de la Dent du Midi, où des bouleversements gigantesques ont tourmenté le sol de la manière la plus extraordinaire. C'était donc avec hésitation et sans des preuves suffisantes, que j'avais rapporté, sur ma carte, ces couches de grès au terrain triasique: 1° parce qu'elles sont liées avec la cargneule; 2° parce qu'elles sont en face des grandes masses triasiques des salines de Bex[2], où l'on trouve des

[1] Surtout la pierre du milieu du pont de Troistorrents, sur laquelle est gravée une inscription qui rappelle les noms des syndics par les soins desquels a été bâtie cette hardie construction. Cette pierre présente les mêmes grains et les mêmes cavités que le grès de Bonneville.

[2] Je crois qu'on ne doit pas hésiter à rapporter au terrain triasique les masses de gypse et de **sel de Bex.** — Il semble qu'elles sont divisées en deux couches comme les gypses de la Dranse et ceux de Salins (§ 318). Leur position n'est pas encore nettement connue, et elles sont dans le voisinage de roches évidemment liasiques, qui renferment des fossiles parmi lesquels je puis indiquer les espèces suivantes :

Ammonites Spirratissimus, Quenst. Petrefact. Pl. 27. Lias inf., Mine d'or. Fondement sur la pente de la Grionne.

» *Kurrianus*, Oppel, Mittheil. Pl. 42. Zone de l'*A. margaritatus*. Sentier du Sex blanc.

» *margaritatus*, Montf. d'Orb. Pl. 67, 68. Liasien.

» *radians?* Schl. d'Orb. Pl. 59. Toarcien. Crêt à l'Aigle.

Lima punctata.

grès micacés gris, analogues à ceux de Troistorrents. Ces grès étaient regardés, par M. de Charpentier, comme étant une des couches les plus inférieures des terrains des environs de Bex (lorsqu'on rapportait les gypses au lias). Ils se voient derrière la maison de Valère, entre les Devens et Ollon. Mais maintenant ils paraissent beaucoup plus anciens que les grès de Troistorrents. 3° Parce que ces grès semblent s'enfoncer sous les calcaires (*c*) de la rive droite de la Viége, près de l'église de Chouet.

Mais voici qu'une découverte bien inattendue est venue renverser toutes les suppositions. Entre **Troistorrents et Morgins**, à environ une bonne demi-heure au-dessous de ce dernier endroit et sur la rive droite de la Tine, se trouve une carrière d'ardoises ouverte au-dessous de la cargneule, qui elle-même est au-dessous de marnes rouges et vertes. Ces ardoises noires sont souvent traversées par des veines de spath calcaire et alternent avec les grès micacés dont je viens de parler. Cette formation se relève au N.-O., et les couches sont dirigées au N. 40° E.; M. Schnetzler y a observé le premier des empreintes de plantes [1]. J'en ai aussi

Rhynchonella plicatissima, Quenst. Petref. Pl. 36. Lias; sentier du Sex blanc.

Ostrea arcuata, Sow. Pl. 112. Lias inférieur; mine du Fondement.

« Le caractère minéralogique des couches de Bex, dit M. Backewell « (*Introduct. to geology*, 1838, 293) et les fossiles qu'elles enveloppent me « poussent à rapporter les calcaires argileux placés dessous et dessus les « gypses, et les couches de sel, plutôt au lias anglais qu'au calcaire ma- « gnésien. »

Le lias placé au-dessus des gypses de Bex a été signalé par Buckland. *Journ. de physique*, 1821, XCIII, 20. Cette localité a une certaine importance aux yeux de M. Elie de Beaumont dans la question de l'âge du terrain anthracifère des Alpes. *Bull. Soc. géol. de Fr.*, 1855, XII, 542 et 563. Voyez aussi Murchison, *Quart. J. of the geol. Soc. of London*, 1848-49, V, 173.

[1] Voyez les communications de M. Schnetzler et de M. Delaharpe à ce sujet. *Bullet. Soc. vaud. des Sc. nat.*, 1863, VIII, 7, 23.

recueilli quelques-unes parmi lesquelles M. le professeur Heer a reconnu les espèces suivantes :

1. *Zizyphus Ungeri*, Heer, nombreux échantillons; cette espèce a été trouvée à Ralligen, sur les bords du lac de Thoune, à Horw près de Lucerne, en Italie et en Allemagne dans l'étage du miocène inférieur, surtout dans le tongrien. Cette plante est voisine du *Zizyphus vetustus*, Heer, du mont Bolca et d'Alum Bay, qui est éocène. Elle est voisine aussi du *Z. paradisiacus*, Ung., espèce d'Aix et de Radeboj.

2. *Podocarpus eocenica*, Ung., qui se rapporte à l'espèce trouvée à Ralligen, surtout à celle qui est figurée Pl. XX, fig. 3, de la *Flora tertiaria helvetica*. Cette espèce est tongrienne en Italie, à Haring (Autriche), à Sotzka, à Radeboj et en Allemagne où elle a été recueillie dans le lignite de Bonn. Mais M. de Saporta la distingue de celle d'Aix, à laquelle il donne le nom de *P. Lindleyana*.

3. Une autre espèce appartient au genre *Sapindus*. Elle ressemble au *S. falcifolius*, Ung., qui est répandu dans le terrain miocène; mais l'échantillon n'est pas suffisamment conservé, pour qu'il soit rigoureusement déterminable.

4. *Lycopodites*.

5. On reconnait quelques écailles de poissons et des traces de vers de mer.

« Il semblerait donc, écrivait M. Heer en 1864, que les « schistes du Val d'Illiez appartiennent au terrain miocène « inférieur, c'est-à-dire à l'étage tongrien ou aquitanien in- « férieur. Les roches, qui renferment ces plantes, seraient « donc plus jeunes que les ardoises de Matt qui sont éo- « cènes. Il ne faut pas oublier que les deux espèces déter- « minées, le *Zizyphus* et le *Podocarpus*, se rapprochent « beaucoup des espèces véritablement éocènes. »

Tout ce qui tient à ces grès de Troistorrents est difficile

à expliquer. Il est fort surprenant de trouver un terrain miocène, à une aussi grande élévation et à un pareil enfoncement, dans les vallées alpines, et il semblerait qu'on peut en conclure la concordance de stratification des formations des Alpes, depuis les roches triasiques jusqu'aux roches miocènes[1].

§ 349. — On voit encore les grès de Troistorrents sur la rive droite de la Viége, où ils s'enfoncent sous la masse gigantesque de la **Dent du Midi.** J'ai fait une course pénible sur le flanc de cette montagne, seul, dans de grandes forêts et le long de pentes rapides, et quoique le peu d'observations que j'y ai faites fussent peut-être mieux placées au § 447, je les rapporte ici, parce que les mouvements du sol de la Dent du Midi ont eu, évidemment, une grande influence sur le grès de Troistorrents. J'espérais trouver des roches en place sur les flancs de cette montagne; mais j'ai vu surtout de la terre végétale et rarement quelques lambeaux de couches. Près de la rivière, à l'endroit nommé au Pas, la stratification des grès présente à peu près la même inclinaison que sur la rive gauche; mais au-dessus du hameau des Crêtes, les couches sont beaucoup plus redressées; plus haut, elles s'appuient contre la Dent du Midi; plus haut encore, elles plongent de 65° sous cette chaîne, et plus haut elles sont presque horizontales. Mais ce n'est pas tout: ces grès changent de nature, et si au Pas ce sont des schistes micacés gris, en s'élevant dans la montagne, on trouve des schistes marneux très-fins et décomposés qui, associés à de la terre végétale, ne permettent de bien voir ni la nature, ni la position des roches; d'autant plus qu'il est probable que l'on prend souvent pour des ro-

[1] Voyez la dernière phrase de ma note sur la carte géologique des parties de la Savoie, etc. *Comptes rendus de l'Acad. des Sc.* 1862, LV, 701.

ches en place, celles qui font partie d'énormes éboulements.

En remontant le Val d'Illiez, on reconnaît quelques roches néocomiennes dont la position semble attester de grands contournements (§ 446).

Dans le voisinage de Champéry, on a ouvert une carrière dans des grès semblables à ceux de Troistorrents; on y remarque des fissures remplies d'argiles, et dans ces argiles on peut recueillir de beaux cristaux de quartz bipyramidés, de grandes dimensions et composés de couches concentriques.

A tout prendre, le Val d'Illiez est une des belles vallées des Alpes. Lorsqu'on va de Monthey à Champéry, les escarpements de la Dent du Midi à gauche paraissent de plus en plus beaux à mesure qu'on en examine les détails. On y reconnaît, avec une parfaite netteté, la région des bois, celle des pâturages et celle des rochers et des glaciers; nous en parlerons plus loin, ainsi que de la grande masse de la Tour Saillière. Les Dents Blanches se dessinent dans le fond de la vallée, et la petite Tour de Bossetan, qui se projette sur le col de ce nom, semble placée comme une borne destinée à indiquer un endroit intéressant pour la géologie. Il y a là, en effet, un gisement où l'on a recueilli des milliers de fossiles bien conservés (§ 440). Les détails de ces grands paysages sont gracieux et présentent un caractère spécial; enfin la vallée de Barme, cachée dans un pli du terrain, est une des plus belles que je connaisse.

VII. RÉSUMÉ DE LA CONSTITUTION GÉOLOGIQUE DU CHABLAIS.

§ 350. — Si nous cherchons à résumer l'ensemble de nos connaissances sur la constitution géologique du massif du Chablais, nous verrons qu'il y a dans cette région des terrains très-variés. J'aime à croire que de nouvelles observations sur des gisements de fossiles plus nombreux que ceux que j'ai pu trouver, permettront bientôt de subdiviser les terrains dont j'ai constaté la présence. Les travaux publics, si longtemps négligés dans la Savoie et qui sont maintenant poussés avec activité, doivent nécessairement donner lieu à des exploitations qui faciliteront la tâche du géologue.

Quoi qu'il en soit, voici le **tableau des terrains** tel qu'il résulte de l'examen des localités que nous avons parcourues, et des descriptions que nous en avons données.

Le terrain glaciaire. Le Chablais a été entouré à l'époque quaternaire par le glacier du Rhône sur deux de ses côtés, et par celui de l'Arve sur un troisième. Il a possédé aussi des glaciers qui lui étaient propres (§§ 339 et 342), et il a reçu ceux de la vallée de Sixt et de la chaîne de la Dent du Midi, qui ont apporté les blocs crétacés et nummulitiques dont j'ai parlé (§§ 309 et 297).

J'ai désigné souvent la couche la plus récente de quelques-unes des grandes montagnes calcaires du Chablais, sous le nom de **schistes à fucoïdes** ou **à helminthoïdes** ; ils jouent un grand rôle dans la géologie de cette partie de la Savoie et je les classe avec le **macigno alpin.** Ils forment une zone qui se subdivise en diverses branches,

et qui s'étend des bords de l'Arve jusqu'à ceux du Rhône. La coupe transversale de ce terrain a, je crois, la structure d'un fond de bateau. Il est superposé aux couches kimméridiennes (§ 334), mais sa limite supérieure n'est pas définie, car rien ne le recouvre.

Je pense que ces schistes à fucoïdes sont contemporains des grès et du macigno alpin des Voirons et du Macheret, qui renferment également des fucoïdes et des helminthoïdes. Les grès du mont Vouant, tout en faisant partie de cette formation, lui sont probablement supérieurs. L'absence complète de calcaires, de schistes nummulitiques et de terrains crétacés, constitue un des traits caractéristiques de la géologie du Chablais. On voit quelques rares nummulites dans les grès des Voirons (§ 268); mais on ne rencontre nulle part la formation nummulitique, telle qu'elle se trouve dans les montagnes de la rive gauche de l'Arve, dans le massif des Fiz et de la Pointe Pelouse (§ 420), et dans la grande chaîne qui, du Criou à la Dent du Midi (§ 435), limite au S.-E. le district du Chablais.

On peut remarquer encore que ces schistes à fucoïdes sont très-différents du macigno alpin de ces dernières localités, dans lesquelles le macigno est associé à la roche à demi volcanique, nommée grès de Taviglianaz, et repose sur le calcaire nummulitique, tandis que dans le Chablais on n'a pas reconnu ce grès, et que les schistes à fucoïdes sont superposés au calcaire kimméridien.

Au-dessous des schistes à fucoïdes et à helminthoïdes, on trouve des couches très-puissantes d'un calcaire gris, qui avait été classé dans l'**étage kimméridien.** Une assez grande quantité de fossiles que j'en ai extraits (§ 331) vient confirmer cette classification, ou tout au moins le ranger dans le terrain jurassique supérieur, étage tithonique de

M. Oppel. Il contient des mines de charbon qui se trouvent dans un calcaire un peu supérieur à celui de la Cornette de Bise (§§ 330, 335 et 336).

On voit quelques représentants de l'**étage oxfordien**, au-dessous de l'étage kimméridien : aux Voirons (§ 266), aux Charmettes (§ 295), à la Cornette de Bise (§ 330), à Mémise (§ 340), à la base du Môle (§ 273), au Mont (§ 294) et à St-Jeoire (§ 295). Ces quelques indications prouvent assez que cet étage joue un certain rôle dans les montagnes qui nous occupent.

§ 351. — Le **terrain callovien** est peu caractérisé, il est représenté par un groupe de roches marneuses renfermant peu de fossiles, l'un des plus répandus est l'*Ammonites tripartitus*, Rasp. (§ 323); quelques auteurs le placent dans l'**oolite inférieure**. Il se pourrait que ce groupe de roches marneuses dût être rapporté à ce dernier terrain. Nous en avons reconnu la présence à La Joux (§ 340), aux chalets de Bise, à Viuz (§ 289), etc.

C'est peut-être entre ces couches et le lias qu'on devrait classer certaines roches fort chargées de pentacrinites, dont la position n'est pas évidente (§§ 309, 313 et 317).

Vient ensuite la **formation liasique** où l'on reconnaît nettement l'étage supérieur (§§ 317 et 321), mais dans laquelle je ne saurais séparer les étages moyens et inférieurs (§§ 321, 317, 280 et 282). Ce terrain présente un grand développement dans le Chablais : on le trouve à Meillerie, sur les bords de la Dranse, dans la chaîne d'Armone (§ 311), dans celle de la Pointe des Neus (§ 288), au Môle (§ 280), à la Pointe d'Orchex (§ 282), au Grammont (§ 329) et surtout dans le quadrilatère de lias, qui occupe un grand espace entre Taninge et la vallée du Rhône.

Il est probable qu'en beaucoup d'endroits l'**infra-lias**

forme la partie inférieure de ce terrain; car on en reconnaît la présence d'une manière indubitable dans plusieurs localités, à Meillerie, à la Dranse, à Matringe, au chalet Marmoi, etc.

Cette formation présente, en Savoie, à peu près les mêmes caractères que l'étage du lias, c'est-à-dire qu'elle est fortement calcaire. Il semblerait donc naturel de réunir ces deux terrains, si M. Stoppani, qui vient de faire une grande et belle étude de l'étage infra-liasien de Lombardie, ne s'était décidé à en faire un étage séparé du lias et distinct du trias sur lequel il repose[1].

La présence du **terrain triasique** en Savoie, sur laquelle on a beaucoup discuté, est maintenant admise; cette formation est très-répandue dans le Chablais, comme l'indique ma carte. Par suite des bouleversements qui ont eu lieu, elle repose quelquefois directement sur le terrain du macigno alpin : au Bouchet (§ 287), au chalet Marmoi (§ 308), etc. Mais, dans sa position normale, le trias est supérieur au **terrain carbonifère**; cet arrangement se voit à Taninge. Près de cette petite ville, ce dernier terrain n'est point développé sur un grand espace, mais il est bien caractérisé (§ 301).

Dans le massif du Chablais on ne voit aucune formation inférieure au terrain houiller. La seule roche qui me reste à signaler dans ce district, est celle qui constitue le massif de **serpentine** de la montagne de Loi, près Taninge (§ 305). Cette roche paraît être placée dans un massif liasique; peut-être est-elle liée à la formation triasique.

Tel est le résumé de la constitution géologique du Chablais. Il présente, à peu de chose près, la série normale des

[1] *Paléontologie lombarde*. Etude sur les fossiles appartenant aux couches à *Aricula contorta*.

terrains, sauf la grande et importante lacune due à l'absence des terrains crétacés et du calcaire nummulitique. M. Studer a, déjà plusieurs fois, fait ressortir ce caractère spécial aux montagnes situées entre l'Arve et le lac de Thoune, comparées aux montagnes voisines[1]. Pourquoi ces terrains ne se rencontrent-ils pas dans cette région? Deux raisons peuvent expliquer cette absence : 1° Les terrains crétacés et le calcaire nummulitique ont peut-être été dénudés, enlevés, après avoir été déposés. Il me répugne, je l'avoue, d'admettre une dénudation aussi énorme dans des Alpes éloignées de la chaîne centrale, et il me semble surprenant que, si la cause de l'absence des terrains crétacés est une dénudation, il ne reste pas le moindre lambeau de ces terrains dans un si grand espace. D'ailleurs la présence du macigno alpin, qui est ordinairement supérieur au calcaire nummulitique, n'est pas compatible avec l'idée d'une dénudation, à moins que l'on n'admette des mouvements du sol fort compliqués. 2° Les terrains crétacés et le calcaire nummulitique peuvent n'avoir pas été déposés dans ce district. Alors on se range à l'avis de M. le professeur Studer[2] qui admet que le Chablais était émergé au-dessus de la surface de la mer, pendant que se faisaient les dépôts de la formation crétacée et du calcaire nummulitique autour de cette région. On ne peut douter que les terrains crétacés ne l'entourent; ils sont au-dessous des mollasses de la plaine, on les voit sur la rive gauche de l'Arve, dans la chaîne de la Dent du Midi, sur le revers N. de la chaîne septentrionale du Valais et au N. du lac de Thoune. Par conséquent, d'après l'hypothèse de M.

[1] *Actes Soc. helvétique à Genève* 1845, 98. *Geol. der Schweiz.*

[2] Coup d'œil sur la géologie des Alpes occidentales. *Archives*, 1846, III, 250.

Studer, le massif du Chablais et les montagnes du Simmenthal (canton de Berne), auraient formé une île pendant l'époque crétacée et durant le dépôt du calcaire nummulitique, c'est-à-dire pendant que se déposaient les terrains qui entourent ces régions et qui maintenant constituent sur plusieurs des points qui en sont voisins, des montagnes beaucoup plus élevées que celles qui sont dans son intérieur. Cependant cette île ne s'est pas maintenue au-dessus de la surface des eaux jusqu'à l'époque actuelle; car on y trouve le macigno alpin. Il faut donc qu'elle ait été submergée à l'époque du dépôt de ce dernier terrain, pour être soulevée de nouveau avant l'époque du dépôt de la mollasse (il paraîtrait cependant qu'une partie du Val d'Illiez était sous l'eau à ce moment). Puis il y a eu un nouveau soulèvement qui a redressé la mollasse, et qui même l'a renversée à la lisière des Alpes.

CHAPITRE XVIII

MASSIF DES VERGY ET DE LA TOURNETTE

I. Divisions adoptées, § 352.

II. Des terrains et de l'orographie. Enumération des terrains qui entrent dans la composition de ce district. — Le grès de Taviglianaz est une roche volcanique, 353. — Orographie; détails sur la carte Pl. VIII. — Les chaînes forment un quart de cercle, 354. — Ressemblance de cette région avec le Jura, 355.

III. Montagnes de la rive droite de la Borne. Mont d'Anday, Brezon. Terrains variés, leur structure, refoulement latéral, 356. — Eglise du mont Saxonet, cime du Brezon, bloc erratique à 1665 mètres, 357. — Solaison, l'Eschaut, coup d'œil général, 358.

Détails, gault, Malatrait, mont Saxonet, Solaison, Pierre aux Loups, 359. — Glacière, Planet, ter. aptien, fossiles, 360. — Biolan, Macigno alpin. Renversement. Lac Béni, Les Vergy, leurs cimes, leur composition, leur structure, 361. — Revers Sud-Est des Vergy, glacière, la Goudinière, travail de MM. d'Espine et E. Favre, 362.

IV. Vallee de la Borne. — Description, St-Pierre de Rumilly, plaine des Rocailles. Grands contournements. Les Etroits, 363. — Mine du Petit Bornand (charbon nummulitique), 364.

V. Montagnes comprises entre la Borne et le Fier. Mollasse d'Orange. Renversement de Ballajou. Terrain crétacé, 365. — Col de Teine, ter. nummulitique, gault, 366. — Descente du col à Bonneville, 367. — Sous Dinaz. Thorens. Ter. crétacé, 368. — Charbon du Crêt de Léba, Montolvert: les Oges, Sapey, 369.

Course au Parmelan, renversement, 370. — Glacières. Karrenfeld remarquable. Ter. urgonien, 371. — Montagne des Bœufs, gault, 372. — Configuration, 373.

De Thorens à Thônes. Balme de Thuy. Calvaire de Thônes, 374.

VI. Montagnes situées entre le Fier et le lac d'Annecy. Ascension de la Tournette, 375. — Descente du côté de Montmin, grand pli. Muraz, 376. — Mine de charbon de Montmin (nummulitique). Marclosan, 377. — Oxfordien de Talloires, 378. — Roc de Chères. Bains romains. Menthon, 379. — Dénudation entre les montagnes, 380.

Montagne de Veyrier; formation crétacée et nummulitique, 381. — Col Rampon, renversement, 382. — Pont St-Clair, coupe, ter. urgonien et néocomien, 383. — Extrémité occidentale, terrain nummulitique? 384.

Montagnes de la rive occidentale du lac d'Annecy, base du Semnoz, Entrevernes, 385.

VII. La Belle Étoile. Gibbon-horn de Backewell. Terrain jurassique, 386. — Terrain néocomien; craie, 387.

VIII. Vallée de Thônes et du Reposoir; chaine du mont Charvin et de la Pointe Percée. De Faverges à Serraval, 388. — Col de l'Epine. Singulière structure de la vallée entre le mont Charvin et la Tournette, mont Charvin, gault, 389. — Le Freu. Roche Vieille. Sulens. Créverman, trias, gypse, infra-lias. Combe, 390. — Gypse de Serraval. trias. La Frasse, infra-lias, 391. — Le Bouchet, terrain nummulitique. terrain oxfordien, 392.— Macigno alpin. Mont Vaunessin, 393. — Coupe de St-Jean-de-Sixt, les Etroits, mont Maisy, 394.

La Clusaz, col des Aravis, 395. — De la Clusaz au Reposoir. Les Confins. Moraines d'anciens glaciers formées à un moment où la température était à peu près ce qu'elle est aujourd'hui, 396. — La Bombardelle, terr. crétacés. Le Plattuy, 397. — Col des Almes, trias, renversement, 398. — Montagne des Almes. Maroly. Col du Grand Bornand, coupe; terrain houiller, infra-lias, 399. — Coupe des Almes, 400. — Notice sur la vallée du Reposoir. Coupe près de Sommiers, 401. — De Saussure à la Chartreuse. Pointe Percée. Passage du Méry, 402. — Romme. Réunion de deux chaînes. Nancy, Cluses, 403.

I. DIVISIONS ADOPTÉES.

§ 352. — Le district qui porte le nom des monts Vergy et de la Tournette est situé sur la rive gauche de l'Arve, au S.-E. du massif de mollasse des Bornes, à l'E. du lac d'Annecy et au N.-O. de la région jurassique des environs de Mégève. La position de ce district crétacé est en rapport avec l'âge de son terrain principal; car il est placé entre un massif tertiaire et un massif jurassique de la même manière que le terrain crétacé dans la série des formations.

Cette région fort accidentée, qui renferme des montagnes élevées et arides, est assez grande pour qu'il soit nécessaire d'y établir quelques divisions. Nous commencerons par jeter un coup d'œil sur l'ensemble des terrains qu'elle renferme:

après quoi nous nous occuperons de l'orographie du sol, qui nous révèlera une configuration qui m'a semblé digne d'intérêt (§ 353). Nous continuerons en décrivant les montagnes de la rive droite de la Borne, rivière qui se jette dans l'Arve près de Bonneville (§ 356), et par la description de la vallée même où coule cette rivière (§ 363). Ensuite viendra l'examen des montagnes comprises entre la Borne et le Fier qui passe près d'Annecy (§ 365), et celui des sommités situées entre le Fier et le lac d'Annecy (§ 375). Le groupe de la **Belle Étoile**, quoique un peu au S.-O. de ce massif, s'y rapporte trop directement pour qu'il soit négligé (§ 387). Enfin, nous terminerons par la description de la grande chaîne du mont Charvin ou Chervin et de la Pointe Percée, et par celle des vallées de Thônes et du Reposoir (§ 388) [1].

II. DES TERRAINS ET DE L'OROGRAPHIE.

§ 353. — L'ensemble du massif dont je viens d'indiquer les subdivisions présente une longueur de 40 kilomètres environ du N.-E. au S.-O., et de 24 kilomètres du S.-E. au N.-O. De Saussure, dans son ascension au Mont-Blanc, avait apprécié la grande élévation de la Pointe Percée [2], la plus haute des sommités de ce district (2760 mètres), quoique de son temps elle n'eût point été mesurée; d'autres cimes atteignent 2400 mètres, et un plus grand nombre encore se rapprochent de 2300 mètres.

[1] J'ai présenté, à l'Association britannique réunie à Oxford en 1860, un travail semblable à celui-ci. Il a été publié par extrait dans le *Report on the thirtieth meeting of the british association*, july 1860; Notice et abstracts, 78.

[2] *Voyages*, § 1977.

Le sol de cette région est formé par des terrains variés que nous énumérerons en les suivant de bas en haut.

1. Le **terrain carbonifère** ne semble se montrer qu'en un seul point, entre la montagne des Almes et le Grand Bornand; encore y est-il douteux (§ 399).

2. Le **terrain triasique** n'apparaît que dans les gypses des environs de Serraval (§ 391) et dans la montagne des Almes (§ 399). On y voit fréquemment des marnes rouges.

3. Le **terrain jurassique** ne s'étend que sur des espaces très-limités. Il est composé de schistes argileux de couleur foncée (vallée de la Borne), ou de calcaire gris terreux, semblable aux roches calcaires des Voirons. Dans les environs de Serraval et à la montagne des Almes, on reconnaît les roches noires de l'infra-lias dominées par le lias.

Quant au **terrain crétacé**, M. Boué disait en 1830 qu'il avait reconnu que les calcaires crayeux forment de véritables montagnes dans le Faucigny[1]. Depuis lors ces montagnes ont été fort explorées et les terrains crétacés très-divisés, en sorte que dans cette région nous reconnaîtrons les étages suivants.

4. Le **terrain néocomien.** Dans le temps où j'ai fait des courses dans ce district, on n'avait pas encore séparé l'étage valangien de l'étage néocomien proprement dit et je ne sais si plus tard on pourra le reconnaître; malgré bien des recherches, je n'ai rencontré aucun de ses fossiles. L'étage néocomien présente une grande uniformité dans les diverses parties de son épaisseur: c'est un calcaire gris ou noir, qui acquiert une teinte rousse par la décomposition de sa surface. Il renferme peu de fossiles : les *Echinospatagus*

[1] *Journ. de géologie*, 1830, I, 143.

cordiformis, Breyn., y sont fort abondants, ainsi que l'*Ostrea Couloni*.

5. La plus grande masse du **terrain urgonien** est un calcaire gris, blanchâtre, jaunâtre, de couleur claire, compacte, semi-cristallin. Il forme une nappe morcelée d'une épaisseur de 200 mètres au moins, qui s'étend sur une grande partie du massif des Vergy et de la Tournette, et lui donne l'apparence spéciale aux districts crétacés. Les montagnes ayant à leur cime le terrain urgonien, sont en général limitées par des talus d'éboulements dans leur partie inférieure, et couronnées par des masses rocheuses arides, crevassées et fort escarpées; lorsque la roche qui les compose a été assez solide pour résister aux grandes dénudations qui ont eu lieu, elles s'élèvent à une hauteur considérable, et on leur donne souvent les noms d'Aiguilles ou de Dents. Cet étage ne renferme guère que des *Radiolites neocomiensis* et des *Caprotina ammonia*, sauf dans les environs d'Annecy où les fossiles sont plus abondants.

6. Le **terrain aptien.** Couche marneuse brunâtre ou jaunâtre, ou calcaire sableux jaunâtre, peu épais, renfermant des fossiles, tels que l'*Heteraster oblongus*, l'*Ostrea Aquila*, etc.

Il ne joue pas un rôle important au point de vue orographique, et, sous ce rapport, il est lié au terrain suivant.

7. Le **gault,** grès vert ou terrain albien, est composé d'un calcaire gris noir, avec beaucoup de grains verts de glauconie (silicate de fer), qui lui donnent une couleur très-foncée; il est à l'ordinaire pétri de mollusques fossiles qui se détachent aisément quand la roche est décomposée, et qui ont été décrits par MM. Pictet et Roux [1].

[1] *Description des mollusques fossiles qui se trouvent dans les grès verts des environs de Genève*, par MM. Pictet et Roux, 1847-1853.

8. La **craie** se présente sous la forme d'un calcaire gris, blanchâtre, quelquefois rosé, qui de loin se confond avec le calcaire urgonien, mais il est moins compacte et plus terreux, et contient des veinules jaunâtres ou grises qui lui sont spéciales. Les fossiles y sont excessivement rares; je n'ai su recueillir que quelques mauvais échantillons d'inocérames. La présence de la craie a été constatée à Thônes, pour la première fois en 1848, par Sir R.-I. Murchison[1]. Avant cette époque, j'avais observé à plusieurs reprises une puissante couche de calcaire gris au-dessus du gault; mais je n'avais pas trouvé de fossiles caractérisant son âge; c'est donc à l'illustre savant anglais que l'on doit la première découverte de la craie dans cette région.

9. Le **calcaire** et les **schistes nummulitiques** sont de couleur grise ou noire, quoique presque toujours blancs à l'extérieur; souvent ils sont fétides, surtout dans le voisinage de la couche de charbon et des schistes marneux de la partie inférieure de ce terrain. Le calcaire nummulitique contient parfois une immense quantité des fossiles qui lui ont fait donner son nom, et les schistes un grand nombre de mollusques.

10. Le **macigno alpin**, qu'on peut regarder comme étant l'étage supérieur de la formation nummulitique, est composé de roches très-variées; on y voit des schistes marneux, avec des écailles de poissons à la partie inférieure, alternant avec des grès et des conglomérats fins ou grossiers. Quelques-uns de ces grès ont une apparence particulière, et sont connus sous le nom de **grès de Taviglianaz** ou Taveyannaz, d'après une localité des Diablerets (canton de Vaud), où ils sont très-développés. Cette roche est

[1] *Quarterly Journ. of the Geol. Society*, 1848, V, 186.

également désignée sous le nom de *grès moucheté;* elle est ordinairement formée de feldspath blanc, en petits fragments cristallisés, et d'une matière noire semblable au pyroxène ou à l'amphibole. Le seul fragment de cristal que j'aie pu mesurer a montré un angle de 124°, qui appartient à l'amphibole; mais il n'est pas certain que tous les grains de ce grès, ayant la même apparence, soient de cette substance. Cette roche renferme encore du mica blanc ou noir, en lamelles peu abondantes, et du quartz en petits fragments, dont quelques-uns sont tellement arrondis qu'ils paraissent avoir été roulés. Quelques échantillons font effervescence avec les acides, et je crois y avoir trouvé quelque peu d'haüyne. Ce grès présente un gisement analogue à celui de certains tufs pyroxéniques du Tyrol [1]. Il a un grand rapport avec les tufs volcaniques anciens [2]. Il s'en rapproche par sa composition, sa stratification et ses alternances avec des couches réellement formées par voie de sédiment, telles que des marnes plus ou moins argileuses (§ 401). C'est donc une roche d'origine ignée, remaniée et stratifiée par les eaux. Sous ce rapport, elle a également de l'analogie avec les couches de cendres et les roches volcaniques intercalées dans les terrains paléozoïques du Pays de Galles; mais, pour l'époque de sa formation, elle n'a aucun rapport ni avec les tufs pyroxéniques tyroliens, ni avec les roches anglaises, qui sont beaucoup plus anciennes. Le grès de Taviglianaz repose sur les schistes à écailles de poissons, lesquels sont placés au-dessus des calcaires num-

[1] Voyez la Notice que j'ai rédigée sur la géologie du Tyrol allemand et sur l'origine de la dolomie. *Bibl. Univ.*, 1849, X, 177.

[2] En 1834 M. Studer, dans son ouvrage sur les Alpes occidentales, avait déjà comparé le grès de Taviglianaz à un tuf volcanique. M. Necker a donné une description de cette roche. *Bibl. Univ., Sc. et Arts*, 1826, XXXIII.

mulitiques. On peut le comparer aux roches trappéennes du Vicentin, qui ont la même position, comme le démontre la coupe, donnée par Al. Brongniart[1], qui peut se résumer de la manière suivante de haut en bas :

1. Roches volcaniques.
2. Roches renfermant les poissons.
3. Calcaire nummulitique.
4. Lignite.

Cette coupe est tout à fait celle de Pernant (§ 410), quoique, sur ce point, la couche de macigno à écailles de poissons n'ait pas été reconnue; mais on sait que, dans d'autres localités, elle est immédiatement au-dessus du calcaire nummulitique. Cette dernière roche renferme, dans le Vicentin, quelques fossiles semblables à ceux des Alpes de la Savoie, entre autres l'*Echinanthus scutella* qui a été trouvé à Thônes (§ 374). Par conséquent, les roches volcaniques du Vicentin sont dans la même position géologique que le grès de Taviglianaz ou grès moucheté des Alpes de la Savoie. Dès lors, ne pourrait-on pas supposer que le grès de Taviglianaz a été formé par les lapilli, les cendres et les débris projetés par les éruptions sous-marines du Vicentin, qui ont été entraînés par des courants et stratifiés, en alternant quelquefois avec le macigno alpin. — A cette époque, l'Italie n'était pas séparée de la Suisse et de la Savoie par une chaîne aussi formidable que celle qui existe maintenant; car toutes les roches nummulitiques, qui constituent de très-hautes sommités dans les Alpes, se déposaient au sein de la mer. D'un autre côté, la distance qui sépare le Vicentin du pays dont je m'occupe, n'est pas assez grande pour que l'on repousse, sans l'examiner, l'hypothèse

[1] *Mém. sur les terrains de sédiment supérieurs calcaréo-trappéens du Vicentin*, 1823, Pl. I, fig. 5.

qui consiste à faire venir les éléments trappéens du grès de Taviglianaz des éruptions trappéennes du Vicentin, en les supposant apportés par des courants marins.

Le grès de Taviglianaz est très-développé dans les environs du Grand Bornand, dans la vallée du Reposoir et dans une grande partie du massif compris entre la rive droite de l'Arve et la rive gauche du Giffre, c'est-à-dire entre Samoëns et Sallanches.

Cette roche, ainsi que le macigno alpin, repose sur le calcaire nummulitique. Tous deux constituent dans cette région des Alpes la partie supérieure du terrain éocène, et offrent dans certains endroits une puissance de 200 à 300 mètres. Cette formation diffère donc totalement de celles qui se sont déposées, à la même époque, dans les plaines de la France et en Angleterre.

11. Le **terrain glaciaire** est très-répandu dans ce massif, dont les flancs ont été longés, à l'époque quaternaire : 1° par le glacier de l'Arve qui s'est étendu au S.-E. dans la vallée de Mégève, au N.-E. dans la vallée de l'Arve et au N.-O. dans les collines des Bornes; 2° au S.-O. par la branche du glacier de l'Isère qui s'est étendue vers Annecy; enfin ces montagnes ont eu aussi leurs glaciers spéciaux, ainsi que le démontrent les belles traces laissées par l'ancien glacier des Confins (§ 396) et par celui de la Borne (§§ 137 et 138).

Tels sont les onze terrains ou étages qui entrent dans la constitution géologique de ce district; un coup d'œil jeté sur la carte suffira pour apprécier l'étendue de chacun de ces terrains et leur importance relative.

§ 354. — Pour mieux faire ressortir la **structure orographique** de ce pays, j'ai fait un relevé de la carte géologique (Pl. VIII), en n'indiquant que les grands traits de

la configuration du sol. Les lignes pointées représentent les crêtes des montagnes, et les lignes pleines les axes anticlinaux ou d'élévation des chaînes [1]. Il y a deux espèces de vallées dans ce district: celle de Thônes au Grand Bornand qui est longitudinale, puis les vallées transversales ou véritables cluses, qui sont plus nombreuses et parcourues par les rivières ou les ruisseaux suivants : le Fier, la Fillière, la Borne, le Bronze, le nant de Randy et le ruisseau de Montoux (au S.). La disposition en est singulière, elles ne sont pas parallèles entre elles, mais plutôt disposées en rayons autour d'un centre. Cet arrangement tient évidemment à la configuration des chaînes de montagnes que ces torrents traversent, et il annonce dans ces dernières une **disposition circulaire** ou semi-circulaire; car les cluses sont en général perpendiculaires à la partie de la chaîne où elles sont ouvertes. En effet, si l'on regarde les chaînes représentées par les lignes pleines sur la Pl. VIII, on voit que, sauf celle du mont Charvin à la Pointe Percée, n° I, qui est rectiligne, toutes les autres sont courbées plus ou moins en forme de quart de circonférence. Ce sont: —

[1] La première de ces deux lignes est réellement marquée sur le terrain, tandis que la seconde est fictive ou seulement indiquée par un pli des couches. Cette dernière représente la ligne de faîte de la chaîne, dans le cas où les couches n'ont pas éprouvé de rupture, ce qui est rare. Lorsque cette rupture a eu lieu d'une manière régulière, la ligne des axes est toujours à distance égale de la ligne des lèvres ou des crêtes; mais si le redressement ou même le renversement des couches n'a pas été égal des deux côtés de la chaîne, ce qui arrive fréquemment, la ligne des axes n'est plus équidistante de celles des crêtes. Les dénudations ont encore modifié plus profondément que les dislocations la distance de ces deux lignes et leur parallélisme. En effet, soit *b* et *c* (Pl. IX, fig. 2) deux crêtes dont la projection sur la carte sera *b'* et *c'*, l'axe de dislocation étant compris dans un plan vertical *a a'*, si une dénudation emporte une partie de la crête de gauche jusqu'en *d*, elle se projettera en *d'*, et *a'* ne sera plus à égale distance entre *c'* et *d'*. Ce fait n'est pas rare sur la carte orographique, Pl. VIII.

II. La chaîne dont la Tournette, Traversy et une partie des Vergy forment la crête méridionale, et dont la Tête Noire à l'O. de Thônes et les Oges ou Auges forment la lèvre septentrionale. — III. La petite chaîne de l'Achenaz qui ne paraît pas avoir de prolongement. Peut-être se joint-elle aux Frêtes du côté du N. et à la Muraz du côté du S.? — IV. La chaîne de Léra, des Frêtes et du Léchaud ou de l'Eschaut. — V. Une chaîne dont on reconnaît une des lèvres au Roc du Cheire ou Chères, au Parmelan, à Sous-Dinaz et au Brezon, et l'autre lèvre au col Rampon, à Blonnière, à la Mottaz ou Pointe de Ballajou et à Vougy ou Vaugier.

Toutes ces rangées de montagnes sont courbées, comme on le voit, et la forme circulaire est bien plus prononcée dans la chaîne extérieure, au contact du district tertiaire, que dans aucune autre. Les extrémités de cette dernière chaîne font entre elles presque un angle droit; car les couches sont dirigées à peu près du N. au S. sur les rives du lac d'Annecy, et de l'E. à l'O. dans le voisinage du mont Saxonet. Elle présente donc toutes les directions qui peuvent se trouver dans un quart de circonférence. La structure interne en est remarquable, parce que les couches présentent des doubles courbures déterminées par les inclinaisons suivantes : à Blonnière elles plongent à l'E., aux Foges au N.-O., à la Motte au S.-E., au Brezon elles s'inclinent de nouveau au N.-O., et à Vaugier elles sont verticales.

On sait que presque toutes les chaînes de montagnes sont plus ou moins ondulées dans le sens de leur longueur. On en remarque même de semblables à un arbre, composées de rameaux se réunissant à un tronc commun, le Jura en offre plusieurs exemples. On a aussi indiqué des cou-

ches plus ou moins en fond de bateau, dont les affleurements dessinent, à la surface du sol, des courbes remarquables. On a encore signalé la structure opposée, celle d'une chaîne en forme de voûte ou de demi-cylindre, s'abaissant pour disparaître dans une plaine, et dont les couches se dirigent vers tous les points de l'horizon. Mais la structure du district qui nous occupe me paraît différente de toutes les précédentes, parce qu'elle comprend des chaînes entières qui sont assez courbées pour que les deux extrémités soient à angle droit. Ce fait démontre que la loi du parallélisme des chaînes, signalée par de Saussure et développée par d'autres, souffre des exceptions, et que, si la ligne droite se rencontre souvent dans diverses parties d'une chaîne de montagnes, la ligne courbe n'en est cependant pas exclue.

Je ne sais comment expliquer le singulier relief du sol de ce district. On ne peut, en effet, comprendre son origine en recourant à l'hypothèse de soulèvements successifs qui auraient eu lieu à diverses époques, parce qu'ici les montagnes nous donnent des preuves évidentes de leur formation par voie de refoulement latéral. D'ailleurs, toutes ces chaînes sont composées de mêmes couches concordantes entre elles, et il n'y a aucune raison de supposer qu'elles n'ont pas été formées par la même force, dans le même temps et de la même manière. L'idée d'un refoulement latéral ne saurait non plus fournir une explication plausible; dans cette dernière hypothèse, la force qui a courbé les chaînes extérieures aurait dû venir du S.-E., soit de l'intérieur des Alpes où se trouvent les roches granitiques et les schistes cristallins; mais les chaînes courbées sont séparées des massifs de ces dernières roches, par

la chaîne rectiligne qui s'étend du mont Charvin à la Pointe Percée!

§ 355. — Je ferai remarquer, en terminant, qu'à d'autres points de vue cette partie des Alpes offre une **ressemblance frappante avec la chaîne du Jura**, qui est un excellent type de comparaison. Dans la partie des Alpes dont il est ici question, je trouve, comme dans le Jura, des chaînes formant une voûte entière ou une voûte partiellement rompue; dans ce dernier cas, il est aisé de voir, dans l'intérieur de la rupture, un, deux ou trois terrains superposés les uns aux autres. Cette structure est exactement celle que Thurmann a si bien décrite [1]. Les dislocations sont, il est vrai, plus grandes dans les Alpes que dans le Jura, mais elles tiennent évidemment aux mêmes causes, car les formes sont les mêmes. Ces voûtes plus ou moins brisées renferment des combes et sont séparées par des vallons, disposés de la même manière que ceux du Jura. Les chaînes sont encore coupées par des cluses qui, de même que celles du Jura, sont d'étroites vallées où coulent les trois principales rivières du district représenté dans la Pl. VIII. Je ferai remarquer plus loin que dans ce district alpin, comme dans le Jura, l'on voit deux chaînes séparées se réunir en une seule (§ 403). On peut donc assurer que la structure de certains districts des Alpes est semblable à celle de la chaîne du Jura. Cependant je ne sache pas que, ni dans le Jura, ni ailleurs, on ait signalé des chaînes semi-circulaires, semblables à celles que je viens de décrire.

[1] *Essais sur les soulèvements jurassiques*, 1832.

III. MONTAGNES DE LA RIVE DROITE DE LA BORNE.

§ 356. — Ces montagnes sont comprises entre la Borne, rivière qui se jette dans l'Arve à Bonneville, et la vallée du Reposoir, que je décrirai plus loin. On ne trouve dans ce massif que le terrain jurassique, le terrain crétacé et le terrain nummulitique; on y voit les sommités élevées du Brezon (1872 mètres) et des Vergy (2404 mètres), qui se distinguent nettement de Genève.

La montagne la plus rapprochée de Bonneville est le mont d'Andey ou Anday, présentant un grand escarpement, et terminé par un plateau à mi-hauteur de la cime du Brezon ou Brison, qui elle-même est quelquefois nommée cime d'Anday. La plaine qui sépare Bonneville du pied de cette montagne est occupée par une alluvion moderne, remarquablement horizontale, qui se termine contre les couches redressées de ce massif.

Le pied du **mont d'Anday** se compose de roches assez variées. Le sentier de la Balme est tracé dans des grès nummulitiques (*nu*, Pl. IX, fig. 4)[1] en couches verticales, dirigées du N. 55° E. au S. 55° O., qui ressemblent d'une manière étonnante à la mollasse. Ils s'appuient contre des calcaires où il n'y a ni nummulites, ni gault, ni craie; ce

[1] L'explication des signes pour cette figure et pour la plupart de celle de ce district est la suivante :

A = Alluvions; *D* = Diluvium; *m* = Mollasse; *ma* = Macigno alpin; *nu* = Etage nummulitique; *c* = Craie; *a* = Etage albien; *u* = Etage urgonien; *né* = Etage néocomien; *j* = Etage jurassique supérieur; j^3 = Etage jurassique moyen; *L* = Lias; *k* = Infra-lias; *ar* = argile rouge (trias); *ca* = Cargneule; *ak* = Grès arkose; *h* = Terrain houiller; *s* = Schistes cristallins.

sont ceux du terrain urgonien en couches puissantes et presque verticales, qui constituent le flanc de la montagne. Un peu à l'E. du sentier de la Balme et près du village de Boverat ou Noirettaz, le calcaire renferme des *Nummulites Ramondi*, Defr. Près de Dessy, les couches du terrain urgonien sont repliées de manière à arriver en pente douce dans la plaine. J'ai recueilli dans la carrière voisine du village le *Radiolites neocomiensis*, le *Pterocera pelagi* et l'*Heteraster oblongus*, d'Orb. Ces deux derniers fossiles appartiennent à l'étage aptien.

Le plateau du mont d'Anday est formé en grande partie de macigno alpin, mais le village de Lassage est bâti sur le calcaire nummulitique. On peut monter au sommet du Brezon en passant par le mont d'Anday; le sentier est très-rapide, et il est préférable de faire cette ascension par le village du Brezon. De Lassage je suis descendu dans la vallée de la Borne, en passant par Préla, où l'on voit, à 1048 mètres d'altitude, une belle surface polie et striée, dont j'ai parlé § 137.

En prenant la coupe du mont d'Anday et du Brezon, et surtout en la regardant d'une certaine élévation sur la rive gauche de la Borne, on voit qu'elle se présente comme je l'ai indiquée dans la Pl. IX, fig. 4; les couches sont repliées au niveau de la plaine, se relèvent brusquement, forment une voûte au mont d'Anday, plongent sous Lassage et se relèvent de nouveau pour venir affleurer au-dessous du sommet du Brezon. Là elles sont rompues, cependant à la cime de la montagne elles plongent au S.-E. et descendent sous la vallée de Solaison [1]. La forme si contournée

[1] M. Ruskin, dans un article de géologie qui a été en partie reproduit dans le *Journal de Genève* du 2 septembre 1863, a donné une figure du Brezon. *Geologist*. 1863, VI, 321, Pl. XIII.

de ces couches ne peut, il me semble, s'expliquer par l'action d'une force soulevante, agissant de bas en haut, tandis que l'hypothèse d'un **refoulement latéral** peut en rendre compte. La structure du mont Vergy, figurée dans la même coupe, et la description des autres masses minérales de ce district, viendront à l'appui de cette manière de voir.

En montant au village du Brezon par le sentier ordinaire (*AB*, Pl. IX, fig. 3), on voit à la base de la montagne du *macigno alpin (ma)*, du *grès nummulitique (nu)* en couches dirigées du N. 75° E. au S. 75° O. et de la *craie* ou terrain *urgonien (u)*; ces couches sont contournées comme dans le dessin. Plus haut, on arrive sur le terrain néocomien, peut-être même rencontre-t-on du terrain jurassique. Sur la rive droite du Bronze, on reconnaît le prolongement de ce contournement; il fait partie d'une crête fort remarquable qui s'étend entre Chamoule et Vougy ou Vaugier. Cette grande colline s'abaisse du côté de l'E. et finit par se perdre dans la vallée de l'Arve près de Marnaz. On y observe le terrain néocomien marneux inférieur, ferrugineux, avec l'*Echinospatagus cordiformis*, Brey., l'*Ostrea Couloni* dans la combe de Chamoule, et le terrain urgonien avec des *Radiolites neocomiensis* dans les escarpements boisés au-dessus de Vougy; le calcaire nummulitique et le macigno alpin sont à découvert près de ce village.

Lorsqu'on se rapproche du village du Brezon, on observe dans les murailles au bord du sentier des conglomérats avec des cailloux perforés par des trous de pholades; la boue qui remplit ces trous et qui cimente les cailloux est pétrie de nummulites.

§ 357. — A une petite distance du village, du côté de l'E., s'élève l'église du mont Saxonet, d'où la vue sur la

riante vallée de l'Arve est fort remarquable. Cette église est fondée sur le calcaire nummulitique, qui repose sur du calcaire blanc en couches épaisses, recourbées en voûte, sans fossiles, et qui appartient probablement à la craie.

La Pl. IX, fig. 5, représente une coupe prise du mont Saxonet à Vaugier, en passant aux divers endroits dont je viens de parler [1].

Du village du Brezon on atteint facilement la **cime** de la montagne de ce nom, élevée de 1872 mètres au-dessus du niveau de la mer. On s'y arrête volontiers pour jouir d'une vue splendide, qui s'étend du Mont-Blanc au Jura et des montagnes du Valais à celles de la Tarentaise. Les couches du sommet, qui sont urgoniennes, ont fourni un *Pygaulus Desmoulini*, Ag.; elles sont redressées contre l'extérieur des Alpes et plongent en pente douce du côté de la **vallée de Solaison.** Entre le sommet et ce dernier endroit, le gault fossilifère affleure; la craie paraît manquer, et le gault est recouvert par le macigno alpin, terrain de schistes marneux et de grès, qui occupe la petite plaine située entre le Brezon et l'Eschaut. Dans la partie basse de cette vallée qui descend jusque près du village du Brezon, j'ai recueilli dans cette formation, au Grand Praz, un assez grand nombre d'écailles de poissons.

Les **deux blocs erratiques** de protogine dont j'ai déjà parlé, situés sur la pente du Brezon, à 1665 mètres au-dessus du niveau de la mer, en face du mont Saxonet, constituent certainement une des curiosités de cette montagne [2]. Ils sont sur une pente si rapide qu'on a de la peine à comprendre comment ils ont pu rester en place; on

[1] Voyez pour l'explication des signes la note du § 356.

[2] Il paraît que depuis quelques années on a donné mon nom à l'un d'eux. *Archives*, 1861, X, 140.

est presque en droit d'admettre, d'après leur position, que l'ancien glacier de l'Arve s'est élevé jusqu'au sommet du mont Brezon (§§ 135 et 279).

§ 358. — Au S.-E. de la vallée de Solaison, les couches solides de la craie et du terrain urgonien se relèvent et forment une énorme voûte aride et sauvage, nommée **l'Eschaut,** l'Eschaux ou Léchaud. Le dernier de ces terrains contient des *Caprotina ammonia* et des *Radiolites neocomiensis;* il constitue presque toute la montagne qui est sillonnée par des fissures et des crevasses profondes, voisines les unes des autres, de manière à ce qu'il est difficile de la parcourir. Dans la Suisse allemande, on nomme *Karrenfelder* ces espaces crevassés dont on a de la peine à comprendre l'origine; j'en parlerai à l'occasion du Parmelan (§ 374) et des Déserts de Platet (§ 414).

Les couches du versant oriental de l'Eschaut plongent sous le sol de la plaine du **Planet,** dont la majeure partie est composée de macigno alpin (*ma*, Pl. IX, fig. 4): la puissance de cette roche est visible dans la combe de Biolan au pied des Vergy.

Cette chaîne, sur laquelle je donnerai des détails plus loin, est formée de couches redressées et souvent renversées, dans lesquelles on reconnaît le calcaire nummulitique, la craie, le terrain albien, l'étage aptien, l'urgonien et le néocomien qui occupe quelquefois la crête.

Tels sont les traits généraux de la configuration et de la composition géologique de ces montagnes, qui offrent dans leur ensemble une suite de rides parallèles, assez semblables à celles du Jura.

§ 359. — Passons maintenant à des renseignements plus précis sur quelques localités. Le terrain albien attire volontiers l'attention, parce qu'il renferme un grand nombre

de fossiles; il affleure en beaucoup d'endroits, autour de la vallée de Solaison, autour de l'Eschaut, du mont Saxonet, au pied des Vergy, etc., etc.

Entre le village du Brezon et le mont Saxonet, le terrain albien présente à peu près la disposition indiquée par la fig. 6, Pl. IX. A l'endroit nommé Corne, au bas du vallon de Malatrait, le *gault (a)* est recouvert par un calcaire gris *(craie?)*, lequel est dominé lui-même par un poudingue calcaire où se montrent des cailloux de la grosseur de la tête, cimentés par un sable quartzeux calcarifère.

Les affleurements du gault autour de la sommité du mont Saxonet ont fourni une abondante récolte de fossiles en général bien conservés. Au sommet de la montagne, du côté de l'Eschaut, les couches se succèdent dans l'ordre suivant de haut en bas :

1. Calcaire gris, blanchâtre, du sommet du mont Saxonet (craie).

2. Grès vert foncé, noirâtre, se délitant en grandes dalles irrégulières et présentant de nombreuses empreintes de plantes marines (fucus?)

3. Gault, riche en fossiles, ayant environ un mètre de puissance. Il se voit également dans le chemin du mont Saxonet, à une centaine de pas au-dessus des chalets.

4. Calcaire gris blanc, renfermant des fossiles déformés, ressemblant à des *Radiolites neocomiensis.*

5. Grès blanc siliceux, paraissant contenir les mêmes fossiles que la couche précédente.

6. Calcaire urgonien blanc de l'Eschaut, avec des *Radiolites neocomiensis* et des *Caprotina ammonia.*

Au sommet du mont Saxonet, du côté de l'Eschaut, l'on voit une petite faille nettement accusée par la couche de gault qui vient buter contre le calcaire gris.

Les couches associées au gault dans la partie méridionale de la **combe de Solaison**, se succèdent dans l'ordre suivant de haut en bas :

1. Calcaire gris avec beaucoup de silex grisâtres, décomposés, très-fendillés, en rognons ou en plaques. Dans la partie basse de cette roche se trouve une brèche à cailloux calcaires et à ciment sableux ; l'ensemble de cette assise appartient, je pense, à la craie.

2. Gault ou grès vert à gros grains de silicate de fer, contenant beaucoup de fossiles ; au-dessus et au-dessous, on voit des couches de grès vert fin, sans fossiles.

3. Calcaire blanc, grisâtre, peu épais.

4. Grès blanc, quartzeux pur, ayant environ 30 mètres d'épaisseur.

5. Calcaire blanc, grisâtre, du terrain urgonien, avec peu de silex et pas de fossiles.

On trouve encore un gisement de fossiles albiens à l'endroit dit la **Pierre aux Loups**, non loin de Solaison : la couche qui les renferme s'appuie sur le calcaire urgonien de l'Eschaut, et elle est recouverte par un calcaire gris qui appartient à l'étage de la craie.

A environ 50 mètres au-dessus de la Pierre aux Loups, on voit sur le flanc de l'Eschaut le grès blanc, inférieur au terrain albien, qui a été signalé dans les coupes précédentes.

§ 360. — De la Pierre aux Loups, on traverse le grand dôme crevassé de l'Eschaut en passant à côté d'un trou nommé **la Glacière** (1276 mètres au-dessus du niveau de la mer). Les parois méridionales en sont très-élevées et mettent la neige, qui s'y accumule pendant l'hiver, à l'abri des rayons du soleil, en sorte qu'elle se conserve pendant l'été et qu'elle passe peu à peu à l'état de glace. Cette localité a été examinée par M. le professeur Thury.

qui a fait un travail spécial sur les glacières de nos environs[1]. La formation de cette cavité est due en partie à une faille, comme le démontre la position des couches nummulitiques qui se voient à l'Eschaut, au niveau du terrain urgonien à *Caprotina ammonia* et à *Radiolites neocomiensis*.

Le **Planet** (1730 mètres), au S.-E. de l'Eschaut, est parsemé d'un grand nombre d'entonnoirs qui lui donnent un aspect singulier. Ces cavités sont probablement en communication avec des fissures dans les roches sous-jacentes, par lesquelles, sous l'influence des agents atmosphériques, les terrains supérieurs sont peu à peu entraînés, et si l'on pouvait examiner l'intérieur de ces fentes, on y trouverait des accumulations de matières venues d'en haut, probablement semblables à quelques-unes de celles du terrain sidérolitique. Quelquefois ces entonnoirs se forment tout d'un coup par effondrement; c'est ce qui est arrivé en 1847.

Dans l'une de ces dépressions voisine de l'Eschaut, et à côté des pâturages de Senise ou Cenise, j'ai observé des grès très-ferrugineux, fossilifères, rougeâtres et jaunâtres, plongeant au S.-E. et s'appuyant sur le calcaire urgonien de l'Eschaut, dont ils sont séparés par des grès blancs siliceux qui alternent, dans leur partie inférieure, avec ce même calcaire. Des grès (albiens?) dominés par des calcaires (craie et calcaire nummulitique?) surmontés par le macigno alpin, recouvrent les grès ferrugineux dans lesquels j'ai recueilli les fossiles suivants :

Belemnites semicanaliculatus, Bl.
» Grasianus? Duv.
Nautilus Saussureanus? Pictet et R.

[1] *Archives*, 1861, X, 97.

Ammonites Milletianus, d'Orb.
» Cornuelianus, d'Orb.
Cyprina?
Pecten Dutemplei? d'Orb.
Lima.
Plicatula inflata, Sow.
Ostrea Boussingaultii, d'Orb.
Rhynchonella Gibbsiana, Sow.
Terebratula biplicata, Brocchi.

Ces espèces appartiennent à l'étage **aptien supérieur**, terrain un peu inférieur à celui de la montagne des Bœufs (§ 372).

§ 361. — Le Planet est terminé du côté des Vergy par la profonde **combe de Biolan**, creusée dans les schistes marneux du macigno alpin. Ces roches présentent quelques rares écailles de poissons; on y voit aussi des grès, dont les uns sont minéralogiquement semblables à la mollasse, d'autres aux grès supérieurs des Voirons, et qui sont dirigés du N. 50° E. au S. 50° O. La profondeur de cette combe paraît liée à la structure des Vergy; car dans les hautes montagnes, de même que dans les plaines, on voit souvent de grandes dépressions, en forme d'*auge*, au pied des chaînes dont les couches sont fortement redressées. Cet arrangement, qui résulte du mode d'exhaussement du sol, est la cause à laquelle on peut attribuer en partie la profondeur des lacs. Il est bien accentué au pied des Vergy où le calcaire à *Nummulites Ramondi* et le calcaire urgonien fortement redressés dans la montagne, descendent au-dessous de la combe de Biolan.

En voyant la grande épaisseur du macigno alpin dans cette dépression, et en réfléchissant qu'il se trouve dans les combes des montagnes voisines, il paraît évident qu'il a été déposé à la surface de toute cette région, et qu'il a dis-

paru des sommités par l'effet d'une dénudation. Pour avoir la hauteur primitive de ces montagnes, il faudrait donc reporter l'épaisseur du macigno alpin sur leur sommet.

Du fond de la combe de Biolan, on peut gagner facilement le lac Béni (1448 mètres) au pied du passage de l'Enclave. Si l'on en croit la tradition, ce lac serait dû à un effondrement dans lequel aurait disparu une forêt de sapins. Quant à l'époque, elle ne peut être fixée que d'une manière bien douteuse, par le fait qu'un vieillard du village du Brezon assurait, vers 1845, que cet événement s'était passé dans la jeunesse de son père. Si la chose est vraie, ce lac aurait une origine semblable à celui d'Orsier (§ 310).

Les Vergy, nommés quelquefois Bargy, au pied desquels nous arrivons après avoir traversé le Planet, se présentent d'une manière imposante. Ils se composent d'une série d'aiguilles séparées par des espèces de cols ou de ravins la plupart impraticables. En les suivant de l'O. à l'E., les différentes parties de la chaîne portent les noms suivants : aiguille de Maise ou de Domingy (2045 mètres), le lac de Lessy est à sa base; aiguille de Jalouvre (2404 mètres); aiguille Blanche; col de Balafras (2304 mètres); aiguille du Midi (2233 mètres); Combe Sauvage; aiguille de la Peuchette; col de l'Enclave ou de l'Encrenaz (2028 mètres), passage assez mauvais qui conduit dans la vallée du Reposoir.

La structure des Vergy est celle d'une voûte, tantôt rompue, tantôt entière. Les couches du versant occidental sont ou verticales ou en forme de douves de tonneaux, de manière à ce que la partie moyenne surplombe la partie inférieure. De Saussure avait déjà remarqué cette structure; cependant ces montagnes ne lui avaient pas offert beaucoup d'intérêt, si l'on en juge par la manière laconique dont

il en parle après les avoir parcourues[1]. Le calcaire nummulitique, la craie et l'étage urgonien s'élèvent jusqu'aux cimes, mais là où la voûte est rompue, ainsi que dans les ravins profonds qui sillonnent le flanc de la chaîne, on voit le néocomien. Cette formation est très-développée au **col de Balafras**, passage ordinaire pour se rendre dans la vallée du Reposoir; l'*Echinospatagus cordiformis*, Breyn., y est très-abondant. De ce passage, qui est fort rapide et élevé de 2304 mètres au-dessus du niveau de la mer, on jouit d'une très-belle vue sur la chaîne du Mont-Blanc, et les observations qu'on y fait permettent de comprendre la structure des Vergy (Pl. IX, fig. 4) et celle de l'aiguille de la Peuchette (Pl. IX, fig. 7, voyez § 356, l'explication des signes). Le *néocomien (ne)* forme au sommet une espèce de tour; le terrain *urgonien (u)* en constitue le flanc N.-O.; et le *calcaire nummulitique (nu)*, à la base, plonge sous la montagne. Un arrangement semblable se voit encore au pied de la Dent de Jalouvre.

La chaîne des Vergy a pour prolongement, du côté du S.-O. deux montagnes qui sont les deux lèvres d'un même axe anticlinal: l'une se nomme Traversy, l'autre les Oges ou Auges; elle s'étend jusqu'à la Tournette. Du côté du N.-E. elle va rejoindre la grande chaîne de la Pointe Percée, près de Cluses. De là, elle continue avec la même structure sur la rive droite de l'Arve, ainsi que dans les montagnes à l'E. des cols de Coux et de Golèze, dans les flancs de la Dent du Midi, et dans la montagne d'Argentine, non loin des Diablerets, canton de Vaud. On peut donc remarquer la persistance de la même structure sur une grande étendue, dans ce pli ou dans cette ride des couches crétacées et nummulitiques.

[1] *Voyages*, § 446 et 447.

§ 362. — Lorsque du col de Balafras on descend du côté de la vallée du Reposoir (versant S.-E. de Jalouvre, Pl. IX, fig. 4), on observe, comme l'a fait de Saussure, que les Vergy, de même que le Brezon, ont leur pente douce tournée du côté des Alpes et leur escarpement du côté extérieur de cette chaîne [1]. On passe dans le voisinage de gros blocs tombés de l'aiguille du Midi, et on arrive à des couches en forme de pyramide. Elles reposent sur le *calcaire urgonien (u)*, à leur base et au-dessus de cet étage, on trouve une roche schisteuse renfermant l'*Ostrea Aquila*, d'Orb., qui caractérise le terrain *aptien* (il n'est pas marqué sur la figure). Au-dessus, le *gault (a)*, qui est très-fossilifère, est surmonté d'un calcaire gris se rapportant à la *craie (c)*. En marchant toujours au N.-E., on rencontre un calcaire *(nu)* renfermant les fossiles suivants : *Nummulites Ramondi*, Defr., *N. planulata* ou *striata*, *N. Biarritzensis*, d'Arch., *Orbitoides submedia*, d'Arch., *Operculina ammonea*, Ley, ou *Boissyi*, d'Arch., *Turbinolia*, *Lima*, etc. Ce *calcaire nummulitique* est fortement développé dans les environs des chalets de la Selle et de Montarqui. Peu après on arrive à la Boucherie où on voit le *macigno alpin* avec des écailles de poissons *(ma)*. Les deux versants de cette chaîne présentent donc les mêmes terrains.

Au-dessus du chalet de Montarqui, non loin de la crête des Vergy et à la hauteur absolue de 2078 mètres, se trouve une belle glacière naturelle dont quelques physiciens se sont occupés, et qui a été visitée en été et en hiver par M. le professeur Thury [2].

Le versant S.-E. de cette chaîne offre une grande uniformité de composition, et la coupe Pl. X, fig. 1, présente

[1] *Voyages*, § 283.
[2] *Archives*, 1861, X, 135, 140.

aux Étroits, près du **Grand Bornand**, une section identique à celle que je viens d'indiquer. Ce dernier village est au bas d'une espèce de *ruz* dont l'escarpement contient le gault. Cette roche repose sur le terrain aptien et sur le terrain urgonien; elle est recouverte par un calcaire gris appartenant sans doute à la craie, et qui paraît avoir 15 mètres de puissance.

C'est près de ce village que se trouve la **Goudinière**, localité connue par les nombreux et beaux fossiles qu'elle a fournis. Elle a été explorée, avec un soin qu'on apporte rarement dans les études paléontologiques, par MM. D'Espine et Ernest Favre[1]. L'étage aptien y est fort développé : il renferme la *Trigonia caudata*, Ag., la *Cyprina angulata*, Sow., la *Rhynchonella lata*, d'Orb., la *Rhynchonella sulcata*, d'Orb., la *R. Renauxiana*, d'Orb., le *Pecten aptiensis*, d'Orb., et l'*Ostrea Aquila*, d'Orb. L'examen du gault a fourni des résultats très-positifs. MM. D'Espine et Ernest Favre ont commencé par établir quelles sont les espèces du gault inférieur, celles du gault moyen et celles du gault supérieur, d'après les recherches faites par M. le professeur Pictet à Ste-Croix et par d'autres savants dans diverses localités; ils ont ensuite examiné la position exacte de chaque fossile dans le gault de la Goudinière, et ils ont reconnu que les trois faunes sont réunies, sur ce point, dans une couche de quelques décimètres d'épaisseur. Ce fait, étant bien démontré, a une certaine importance au point de vue de la succession des faunes et du renouvellement des espèces à la surface de la terre. Les conclusions obtenues par l'examen de la Goudinière ont été confirmées.

[1] Observations géologiques et paléontologiques sur quelques parties des Alpes de la Savoie et du canton de Schwytz. *Archives*. 1865, XXII, 185.

par les recherches de ces deux jeunes savants, au Criou et dans le canton de Schwytz.

IV. VALLÉE DE LA BORNE.

§ 363. — La vallée de la Borne est étroite et profondément encaissée entre de hautes montagnes. Elle est arrosée par une petite rivière qui lui a donné son nom, et qui prend sa source au col du Grand Bornand ou des Ferrants; le ruisseau qui vient du col des Almes l'augmente d'une manière considérable. Orographiquement cette vallée est une cluse ou coupure faite au milieu de terrains stratifiés: elle remonte jusqu'au col des Aravis, qui est sur son prolongement; le petit monticule de St-Jean de Sixt seul empêche le torrent qui provient de ce col de couler dans la vallée de la Borne.

Sur les flancs de cette coupure viennent se dessiner, comme on le voit dans la Pl. IX, fig. 4, tous les contournements des couches si accidentées qui constituent l'ensemble du massif. Les premières couches en place à l'entrée de la vallée de la Borne près de Bonneville, se voient sous le pont de Saint-Pierre de Rumilly. Elles ont la même position que celles de Dessy (§ 356), et s'inclinent doucement sous la plaine. Je les crois formées par les calcaires urgoniens et nummulitiques. De la route qui passe sur la rive droite de la vallée, on aperçoit sur le côté opposé un grand entassement de blocs calcaires, en forme de moraine, qui s'élève à environ 50 mètres au-dessus de la rivière; c'est le commencement de la superbe traînée erratique qui couvre la plaine des Rocailles entre La Roche et Regnier. Plus en amont, sur la rive gauche, les couches du terrain

urgonien sont repliées sur elles-mêmes d'une manière très-remarquable, en forme de demi-cercle (Pl. IX, fig. 8).

En continuant à remonter la vallée de la Borne, on traverse une grande couche de terrain urgonien, dont le prolongement s'élève à mi-hauteur entre le mont d'Anday et le Brezon. Elle est nettement dessinée sur la rive gauche de la rivière et passe sur le revers nord de la montagne de Ballajou. Au delà, on entre dans la formation néocomienne, couronnée par les grandes ondulations de terrain urgonien, indiquées dans la Pl. IX, fig. 4. Près de Saxias et du **Petit Bornand**, on chemine sur des roches jurassiques, et au delà du village, la combe néocomienne se rétrécit et même disparaît; car le terrain urgonien arrive jusque sur la rive gauche du torrent. Aux environs d'Entremont, les roches sont jurassiques et néocomiennes, recouvertes en partie sur la rive droite de la rivière par des éboulements et par une terrasse diluvienne de 40 à 50 pieds de hauteur. Enfin, dans le passage des **Étroits**, qui sert d'entrée à la vallée du Grand Bornand, on remarque (§ 362 et Pl. X, fig. 1) une coupe semblable à celle du revers sud des Vergy et à celle du Calvaire de Thônes (§ 374). Les couches se succèdent de la manière suivante en allant de haut en bas :

1. Macigno alpin, formant le monticule de St-Jean de Sixt *(ma)*.
2. Calcaire nummulitique *(nu)*.
3. Craie *(c)*.
4. Terrain albien *(a)*.
5. Terrain urgonien *(u)*.
6. Terrain néocomien *(né)*.

§ 364. — La mine de charbon du Petit Bornand, au-dessous de laquelle on passe en suivant la vallée, est dans la gorge de la Jallande et sur la rive droite du ruisseau qui

descend du Planet. Sa position géologique n'est pas très-claire; cependant on voit qu'elle est au-dessus du terrain urgonien, et les rapports évidents entre les débris de fossiles qu'on y recueille et ceux des mines de Pernant et d'Entrevernes, les font classer dans le terrain nummulitique. D'ailleurs ce gisement est à peu près sur le prolongement de celui de Champ-laitier (§ 369).

L'entrée de la mine est une espèce de grotte (Pl. X, fig. 6), agrandie par l'exploitation momentanée qui y a été pratiquée. Au centre, on voit *(a)* une masse de calcaire marneux fétide, contenant des fossiles, en général des bivalves blancs et quelques cérithes; *(b)* un calcaire roux noirâtre, fétide, très-siliceux; *(c, d, e)* des calcaires gris, noirs et fétides, passant à une brèche calcaire et siliceuse contenant des veines charbonneuses; *(f)* calcaire ayant l'apparence d'un grès jaunâtre. Le charbon paraît être entre la couche *(a)* et la couche *(c)*; on a renoncé depuis longtemps à l'exploiter.

En 1788, M. Senebier de Genève fit un rapport sur le charbon du Petit Bornand. « Quoiqu'il soit à un prix trop élevé, dit-il, il y a cependant de l'avantage à s'en servir[1]. » On trouve dans le *Journal des Mines*[2] une description de cette exploitation, tirée des notes manuscrites du professeur Struve et de celles du citoyen Berthout. D'après ce travail, la mine a été découverte en 1787 et n'avait rendu au bout de huit ans que 1000 à 1200 quintaux de combustible qui avaient servi à la cuisson de la chaux à Carouge, à Genève et à Bonneville. D'après ces savants, le filon aurait la forme d'un V renversé. La pesanteur spécifique de ce charbon est 1,491. Il est plus pur dans la partie inférieure de

[1] *Journal de Genève*, 1787, n° 9, 38; 12 janvier 1788, n° 10, et 21 juin 1788.

[2] *J. des Mines*, I, n° v, 19, An. III, 1795.

la couche que dans la partie supérieure. Il brûle avec une flamme blanche. D'après MM. Struve et Berthout, cette houille serait de la meilleure qualité, très-bonne pour le service des forges et des maréchaux; mais l'auteur de l'article la désigne sous le nom de houille de qualité médiocre. Quant à l'âge géologique du terrain, l'on ne s'en occupait guère dans ce temps, et ces savants disent seulement que la pierre calcaire qui est voisine, a les principaux caractères du *calcareus æquabilis*, et qu'il faut la ranger parmi les *peu pesantes* de Werner. M. Struve, dans son *Abrégé de Géologie*, 1819, p. 71, avait également parlé des couches voisines de la mine du Petit Bornand. Albanis Beaumont nous a laissé sur cette mine, de même que sur celle de Taninge et de Pernant, quelques détails peu circonstanciés [1].

V. MONTAGNES COMPRISES ENTRE LA BORNE ET LE FIER.

§ 365. — Les montagnes de la rive gauche de la Borne sont le prolongement de celles de la rive droite (§ 356), et la coupe (Pl. X, fig. 9) [2] prise de la base de la Pointe de Ballajou à Thônes, comparée à celle de la Pl. IX, fig. 4, démontre que ces deux groupes ont la même structure, malgré quelques modifications de détails.

La ville de **La Roche**, est un bon point de départ pour visiter ces montagnes; on peut aisément monter à la **Pointe de Ballajou** en passant d'abord sur un grand contre-fort diluvien, composé de boue glaciaire et de blocs erratiques, qui s'élève très-haut sur le flanc des montagnes. Après demi-heure de marche, on atteint la mollasse en

[1] *Descript. des Alpes Grecques et Cottiennes*, 2e part., II, 221.
[2] Voyez l'explication des signes § 356.

couches horizontales. A Orange, les couches plongent au N. 60° O. avec une inclinaison de 30°, elles sont d'un grès micacé semblable à celui de Bonneville, et présentent sur la face supérieure des strates des empreintes concaves, correspondant à une espèce de globule convexe de la face inférieure de la couche de dessus. On y voit aussi des traces de vagues semblables à celles qui se forment sur le sable fin de notre lac, à 4 ou 5 mètres au-dessous de la surface.

J'ai visité en passant (un peu légèrement, il est vrai) une localité curieuse, nommée **En Bouret**, commune de Saint-Laurent (Pl. X, fig. 9), sur le flanc et au-dessous de la Pointe de Ballajou, du côté de La Roche. On y comprend clairement que le *macigno alpin* est en couches renversées, plongeant sous les autres couches de la montagne. Il doit être surmonté par le *calcaire nummulitique*, que je n'ai pas vu. Celui-ci, s'il existe, est recouvert par la *craie* ou le terrain *urgonien* bien caractérisé, et ce dernier est dominé par le *néocomien* très-développé de la Pointe de Ballajou (1821 mètres), qui renferme des *Echinospatagus cordiformis*, Breyn. De cette sommité on descend aux chalets de Balme, près du col nommé **Sur Couz** (1626 mètres). Le néocomien y est recouvert, du côté du S., par le terrain urgonien de la montagne de Sous-Dinaz et par les rochers de Parmelax ou Chamossire, et ses couches présentent la disposition indiquée dans la fig. 9, c'est-à-dire que du côté du N. il y a un renversement considérable.

§ 366. — De la Pointe de Ballajou ou de *Sur Couz* on monte au **col de Teine**, près de la grande Pointe de Chamossire, qui est le prolongement du sommet du Brezon. Dans le ravin creusé en 1857 par un éboulement, on voit la coupe suivante (Pl. X, fig. 2) en allant de haut en bas :

1. Macigno alpin, schistes et grès du vallon élevé où se trouve le chalet du Crêt de Léba.

2. Calcaire schisteux grisâtre à *Nummulites planulata?*

3. Calcaire blanc à *Nummulites Ramondi*, 7 mètres.

4. Calcaire gris sableux, terminé à sa base par un poudingue calcaire, 5 mètres.

5. Calcaire très-marneux brunâtre, fétide, avec beaucoup de particules charbonneuses; je pense que ce niveau est celui de la veine de charbon qui affleure à plusieurs endroits des environs. Cette couche renferme un très-grand nombre de fossiles du terrain nummulitique, des cérithes, des bivalves, etc. Il serait intéressant de l'exploiter et de décrire ces espèces; 3 mètres.

6. Grès d'une couleur verdâtre claire, et calcaire gris en rognons; 5 mètres.

7. Gault ou grès vert de couleur foncée, très-riche en fossiles. M. le professeur Pictet y a reconnu les espèces suivantes:

Ammonites latidorsatus, Mich.
» inflatus, Sow.
» Timotheanus, May
» Beudanti, Brong.
» Mayorianus, d'Orb.
» varians, Sow.
Hamites virgulatus, d'Orb.
Inoceramus concentricus, Park
» Salomoni, d'Orb.
Nucula pectinata? Sow.
Holaster lævis, Ag.
Echinoconus castaneus, Ag
Discoïdea rotula, Ag.
Hemiaster minimus, Des.

La couche fossilifère, de 30 centimètres d'épaisseur, est

de vrai gault, ayant plutôt les caractères paléontologiques des couches supérieures du gault, que ceux des couches inférieures.

8. Grès vert; 1 mètre.

9. Marne noire; 15 mètres.

10. Grès jaunâtre, noirâtre; 13 mètres. M. le professeur Pictet y a déterminé les espèces suivantes :

Belemnites minimus, Lister.
Cyprina angulata, Sow. Se trouve dans le grès dur de la Perte du Rhône.
Ostrea Milletiana.
Terebratula Dutempleana.
Rhynchonella Gibbsiana.

D'après M. Pictet, ce dépôt est en quelque sorte intermédiaire entre l'aptien et le gault. On le retrouve dans la vallée du Grand Bornand; son caractère ordinaire est la présence (souvent l'abondance) des *Terebratula Dutempleana* et des *Rhynchonella Gibbsiana*, espèces qui appartiennent à la fois à l'aptien supérieur et au gault inférieur. A ces espèces de transition se joignent des fossiles de l'aptien supérieur (*Cyprina angulata*) et des espèces du vrai gault (*Belemnites minimus*, *Ostrea Milletiana*). Si ce dépôt existait à la Perte du Rhône, il se trouverait entre les couches *c* et *d* de la coupe donnée par M. Renevier.

11. Terrain urgonien, calcaire blanc compacte, crevassé, formant un énorme escarpement; son épaisseur est de 200 à 250 mètres environ.

Je n'ai pu reconnaître la craie d'une manière positive; il est possible qu'elle soit représentée dans cette coupe par la couche n° 6.

§ 367. — Du col de Teine on peut facilement gagner

Thorens; mais on fera bien de descendre par **Sombuy** et **St-Pierre de Rumilly** à Bonneville, car la coupe prise le long du sentier offrira de l'intérêt. Elle est représentée dans la partie septentrionale de la Pl. X, fig. 9. Après avoir cheminé sur le terrain *néocomien* (*né*) de la Pointe de Ballajou, on traverse une crête boisée *urgonienne* (*u*). On chemine ensuite sur du *macigno alpin* (*ma*) en couches recourbées, dirigées du N. 55 à 60° E. au S. 55 à 60° O. et plongeant de 85° au S.-E. environ.

On retrouve plus bas une nouvelle couche de terrain *urgonien* (*u*), correspondant à celle du mont d'Anday de la Pl. IX, fig. 4, mais qui est rompue, et dont le rocher de Cornillon, en couches très-relevées, forme la partie extérieure. La voûte *néocomienne* (*né*) avec des *Echinospatagus cordiformis*, Breyn., affleure dans la rupture. Au bas de la montagne on chemine sur la terrasse diluvienne du village de Moussy, et au delà, à côté de Crodoz, on observe la moraine haute et étroite, composée d'argile, de sable, de graviers et de gros blocs erratiques, qui s'étend plus loin dans la plaine des Rocailles.

§ 368. — Entre le vallon rapide et resserré où se trouvent les chalets de Balme et le village de Thorens, il y a, sur le flanc occidental de la montagne de **Sous-Dinaz**, une espèce de grand talus terminé au S.-O. par une pointe nommée la Tête Noire. Ce talus est néocomien dans le haut et recouvert par l'escarpement urgonien de Sous-Dinaz; dans le bas il est formé de roches urgoniennes, à peine visibles au milieu des éboulements; elles plongent au S.-E. du côté de l'intérieur de la montagne, tandis qu'à la **Tête Noire**, qui domine Thorens, elles plongent au N.-O., en sorte que sur un espace très-court elles ont une double courbure. Le calcaire urgonien remonte jusqu'au sommet de cette mon-

tagne, il se joint presque à celui de Sous-Dinaz; mais au col de l'Enclave, qui les sépare, affleure le terrain néocomien avec l'*Ostrea Couloni* et l'*Echinospatagus cordiformis*.

En se dirigeant du village de Thorens vers la courte et gracieuse vallée qui en est voisine, on passe près du château de Sales, dont le parc renferme les plus beaux ombrages; on chemine au pied du calcaire urgonien de la Tête Noire, avec lequel la mollasse paraît en contact, et on atteint avant Ussillon le terrain néocomien en voûte, recouvert par l'étage urgonien qui a la même disposition. La Tête Noire est le jambage de gauche, Sous-Dinaz la partie supérieure, et la Tête de Landeron, rocher urgonien qui descend presque jusqu'au fond de la vallée, le jambage de droite. L'ensemble de cette voûte est le prolongement du Parmelan, situé sur la rive gauche de la vallée de Thorens. Dans les roches néocomiennes des pentes que l'on gravit pour atteindre le **vallon de Champ-laitier**, on recueille l'*Echinospatagus cordiformis*, Breyn. et l'*Ostrea Couloni*. Ce beau vallon est entre le dôme urgonien de Sous-Dinaz et celui des Frêtes; il est occupé par le macigno alpin ou flysch à partir des environs du chalet du Grand Socquet. Cet étage est composé de schistes marneux peu consistants et de quelques grès durs, ressemblant à la mollasse et facilement décomposables.

§ 369. — Le chalet du **Crêt de Léba**, à peu de distance du col de Teine, est bâti au centre du vallon, sur un monticule de macigno alpin *(ma)* dont les couches sont disposées en fond de bateau. Dans le ravin de gauche, en y allant de Thorens, on voit le *gault* (*a*) avec de grandes huîtres, recouvert par un calcaire blanc jaunâtre (*c* Pl. X, fig. 9), qui appartient probablement à la *craie*. Un peu plus haut se montre une veine charbonneuse associée à des

marnes, renfermant des fossiles mal conservés, blancs et comme calcinés; on y reconnaît cependant des *Cerithium*, des *Cyrena convexa*, Brong., etc.; le *calcaire* (*nu*) à *Nummulites Ramondi* la recouvre. Cette dernière roche est surmontée par le *macigno* (*ma*) à écailles de poissons et par des grès micacés, qui appartiennent à cette formation, mais qui ont la plus grande analogie avec la mollasse. Cette coupe est semblable à celle de Pernant (§ 410). Elle donne une idée nette de la constitution de ce terrain et fait connaître un nouveau gisement de combustible dans la formation nummulitique.

On peut traverser la voûte urgonienne des **Frêtes**, dont le sommet est connu sous le nom de Montanvert ou Montolvert (Pl. X, fig. 9), par un passage étroit, et on arrive sur son revers méridional dans un nouveau vallon nummulitique, près du chalet de la **Mandolière**. Les roches tertiaires de cet endroit sont semblables à celles des environs du Crêt de Léba, quoiqu'elles soient divisées en deux parties par un pli calcaire au S. de la Mandolière, et que la couche charbonneuse n'y soit pas connue. Elles sont le prolongement de celles d'Ablon ou Nablon, petite vallée du massif du Parmelan.

Au pied des Oges ou Auges affleure le gault (*a*) en couches verticales; cette montagne est le prolongement de la couche urgonienne (*u*) du pied de la Dent de Jalouvre dans les Vergy (Pl. IX, fig. 4), entre le sommet de cette montagne et le Planet. Dans ce dernier endroit, cette couche ne joue qu'un rôle orographique insignifiant, tandis qu'elle constitue la plus grande partie des Oges, dont la pente est roide et escarpée du côté du S.-E. Le terrain néocomien *(ne)* est développé sur ce versant, et il arrive parfois jusqu'à la cime.

Les Oges constituent la crête septentrionale d'une chaîne dont le mont Traversy ou Lachat forme la crête méridionale. Ces deux arêtes également escarpées laissent entre elles une dépression néocomienne (*né*, Pl. X, fig. 9), au centre de laquelle est un col élevé d'où partent deux *Ruz* ou vallées. L'une est celle du nant Overan, qui se dirige au N.-E. ; l'autre celle du Sapey, qui descend au S.-O., et que nous suivrons pour nous rendre à Thônes. Des hauteurs du Sapey, la Tournette se présente d'une manière imposante et laisse voir toute sa structure géologique.

§ 370. — Mais avant de parler des environs de Thônes, qui sont fort instructifs (§ 374), je reviens à **Thorens**, pour faire une course au Parmelan. Je désigne sous ce nom le grand massif au S.-O. de Thorens, entre ce village et le Fier. Le sommet s'élève à 1831 mètres au-dessus du niveau de la mer.

De Thorens on met environ quatre heures pour atteindre ce point culminant. On traverse la Fillière, et l'on passe au-dessus du village d'Aviernoz en marchant sur du diluvium et sur des débris tombés des hauteurs, qui recouvrent la *mollasse* (*m*, Pl. XI, fig. 2). Le peu qu'on voit de cette roche, montre que ses couches plongent contre le pied de la montagne. On sait que cette inclinaison existe sur une très-grande étendue, à la lisière des Alpes et de la plaine ; par conséquent, la structure du terrain au-dessus d'Aviernoz ne fait que rentrer dans la loi commune ; mais il est intéressant de la rencontrer ici, parce qu'on ne l'avait jamais signalée plus au S. que les Voirons.

En quittant ces terrains, qui ne présentent que des formes arrondies, on arrive à l'escarpement du Parmelan que l'on gravit dans une espèce de ravin, ouvert dans le *terrain urgonien* (*u*) du flanc de la montagne. Je n'ai pu trouver ici

ni terrain nummulitique, ni craie, ni terrain albien entre la mollasse et le terrain urgonien. Ce dernier est en couches recourbées et verticales du côté extérieur; il compose la montagne des Foges. Après l'avoir dépassé, on arrive dans le voisinage du chalet de *l'Haut*[1]. Dans une rupture des couches urgoniennes, qui met à découvert le *terrain néocomien* (*né*), on rencontre beaucoup d'*Echinospatagus cordiformis*, Breyn., accompagnés des quelques fossiles suivants, signalés par M. Ducret, avec qui j'avais le plaisir de faire cette course[2] : *Ammonites*, *Nucula*, *Janira atava*, *Lima*, *Ostrea Couloni*, *Terebratula*, *Rhynchonella lata* et l'*Heteraster oblongus*.

§ 371. — Il existe sur le **Parmelan** plusieurs **glacières naturelles**. Nous désirions en visiter une. Il nous aurait été impossible de la trouver, même avec l'aide de notre guide, sans le secours d'une bergère vieille et boiteuse qui avait reçu un coup de foudre à la jambe. Elle nous conduisit à la glacière au milieu d'un dédale inextricable de crevasses, dans lequel il serait d'une haute imprudence de s'aventurer seul; on serait à peu près certain de s'égarer, tant il est difficile de distinguer les places où l'on vient de passer, de celles où l'on veut se rendre. Tous les endroits se ressemblent dans ce grand désert de rochers et de crevasses. Celles-ci atteignent quelquefois des profondeurs énormes; elles se coupent dans tous les sens et laissent entre elles des pyramides et des arêtes qui présentent les

[1] Ce dernier nom, assez commun soit en Savoie, soit dans le canton de Vaud, doit, je pense, s'écrire *l'haut* et non pas *l'eau*, car c'est un nom pris employé pour indiquer la partie élevée d'un endroit, peut-être d'une commune; on a écrit quelquefois Lot (Lot de Marlens). — Le nom de *montagne* se prend en général pour désigner un pâturage élevé, et le sommet de la montagne est pour beaucoup de gens le sommet du pâturage.

[2] *Actes de la Société helvétique*, réunion de Berne, 1858, 162.

formes les plus bizarres[1]. A peine trouve-t-on quelques rares touffes de gazon sur le calcaire urgonien qui forme ce plateau, et quoique la végétation soit moins maigre sur les points où le néocomien vient à la surface, on ne peut comparer l'aspect de la partie supérieure de cette montagne qu'à celui d'un grand glacier fort crevassé. Ce *Karrenfeld*[2] est je crois plus grand que celui de l'Eschaut (§ 358), mais moins étendu que celui du Désert de Platet (§ 414), et que celui du Steinernes Meer, à la limite du Tyrol et de la Bavière, entre Dienten et le Königsee.

La partie du Parmelan où se trouve la glacière n'est pas la plus crevassée: celle à l'E. du sommet l'est bien plus encore; nous l'avons franchie, pour aller à la combe de **Nerval**, par un sentier abominable, mais unique, que la bergère seule connaissait. Lorsque les habitants du chalet de Blandet, sur la cime du Parmelan, sont surpris par une chute de neige ou par des brouillards, et qu'ils craignent de s'égarer en conduisant leurs troupeaux à la montagne de l'Haut, au travers de ce terrain si difficile à parcourir, ils laissent leurs vaches libres, et celles-ci reconnaissent la voie qu'elles doivent suivre.

On se demande quel est l'origine de ces innombrables crevasses qui laissent entre elles de non moins innombrables arêtes ou pyramides. M. Desor nomme un pareil ensemble *Lapiaz*[3], la carte fédérale *Lapié*, et de Charpentier, *Lapis*[4]. Ce dernier savant l'attribuait à l'eau tombant sous le glacier par les fissures de la glace. Cette explication n'est pas très-satisfaisante; cependant je l'adopte dans certaines limites

[1] *Revue savoisienne*, 1860, n° 3.

[2] Keller, *Sur divers phénomènes physiques propres aux Alpes*. Brochure dédiée à la jeunesse de Zurich pour l'an 1839, en allemand, avec dessin.

[3] *Orographie des Alpes*, 43.

[4] *Essai*, 101.

avec M. Renevier[1], en croyant toutefois que les crevasses ont été fortement agrandies par les agents atmosphériques, depuis que les glaciers quaternaires ne les recouvrent plus. La puissance de ces agents sur ces roches me paraît démontrée par la disposition des sillons, toujours dirigés dans le sens de la plus grande pente même autour d'un bloc isolé de calcaire; ces sortes de cannelures ne peuvent provenir que de l'action de l'eau de pluie. Celle-ci a élargi toutes les fissures et anfractuosités commencées par l'ancien glacier. Peut-être que les pluies d'orage, fréquentes dans cette région, sont un peu acidulées et ont sur les roches calcaires une action plus énergique que les pluies ordinaires. Aucune végétation ne peut s'établir sur cette espèce de marbre poli qui se décompose peu à peu, et dont toutes les particules désagrégées sont entraînées à mesure qu'elles se détachent.

Après avoir examiné les crevasses, nous arrivons à la glacière où nous pénétrons en nous éclairant au moyen de morceaux de bois résineux, ramassés dans la montagne. Je ne pense pas que la neige de l'hiver puisse jouer un grand rôle dans la formation de la glace de cette caverne dont l'ouverture est étroite et l'intérieur une vaste salle. Le plancher est de glace très-pure; le plafond de calcaire, d'où dégoutte de l'eau qui se congèle en stalactites et en stalagmites. Un courant d'air très-marqué va du dedans au dehors.

Tout le sommet du Parmelan est d'un calcaire urgonien, blanc et compacte qui renferme peu de fossiles; j'y ai recueilli une *Nerinea Chamoussetti*, d'Orb., et un *Botryopy[illegible] cylindricus*, Desor; il y a cependant quelques lambeaux d'un calcaire peu épais, grisâtre et un peu marneux, qui ren-

[1] *Bull. Soc. Vaud.* 1865, VIII, 285.

ferme le *Pterocera Pelagi*, Brong., des *Pleurotomaria*, le *Janira Morrisi*, Pictet, des moules de bivalves, des *Terebratula Moutoniana*, d'Orb., et des *Rhynchonella Gibbsiana*, David, des *Orbitolina conoidea*, Alb. Gras[1]. Ces fossiles appartiennent à l'étage aptien.

Je n'ai trouvé ni calcaire nummulitique, ni craie, ni terrain albien dans le plateau du Parmelan. Il est probable que ces terrains, ainsi que tout le macigno alpin, ont été enlevés par dénudation.

§ 372. — De la glacière il faut revenir sur ses pas pour aller à la cime du Parmelan. On en suit quelque temps l'arête occidentale; puis, tournant à gauche, on traverse la partie la plus crevassée de la montagne pour se rendre au vallon de Nerval, qui est un pli concave des couches dont les plis convexes forment au N.-O. la voûte du Parmelan, et au S.-E. la montagne de Léra. La portion occidentale de cette dépression, près du chalet de Pertuis, s'appelle la **montagne des Bœufs**; le gault y a une certaine importance (*a*, Pl. XI, fig. 2) et constitue un monticule gazonné. Les fossiles y sont bien conservés, et ce terrain est recouvert par un calcaire gris appartenant probablement à la craie. Je crois que personne n'avait visité ce gisement avant M. Ducret et moi. Nous ne pûmes malheureusement y rester longtemps, étant menacés par un orage et devant retourner à Thorens. Depuis lors, M. le professeur Pictet l'a fait exploiter, et je dois à son obligeance la liste suivante des fossiles qui y ont été recueillis :

Belemnites minimus, Schl.
Ammonites varicosus, Sow.
» Lyelli, Leym.

[1] Cette Orbitolina se voit dans les roches aptiennes et urgoniennes, *Corps organisés fossiles du département de l'Isère*, Pl. I, fig. 4.

Ammonites Milletianus, d'Orb.
» subalpinus, d'Orb.
» Mayorianus, d'Orb.
» mammillatus, Schl.
Solarium Hugianum, P. et R.
Cerithium Derignanum, P. et R.
Narica Genevensis, P. et R.
Arca carinata, Sow.
Perna Rauliniana, d'Orb.
Plicatula radiola, Lam.

Les couches qui renferment ces fossiles appartiennent à la partie inférieure du gault, assez singulièrement caractérisée, comme le remarque M. le professeur Pictet, par l'extrême abondance des *Ammonites Milletianus* et des *Plicatula radiola*.

§ 373. — Le massif du Parmelan est formé par des voûtes presque parallèles, mais non rectilignes, séparées les unes des autres par des auges qui se prolongent sur la rive droite de la vallée de Thorens. Du N.-O. au S.-E. les voûtes plus ou moins brisées se succèdent dans l'ordre suivant (Pl. XI, fig. 2) : le Parmelan, Léra, Lachenaz et le prolongement des Oges entre Nantisbaud et le nant de Thuy.

En quittant la montagne des Bœufs, nous traversons rapidement le vallon de Nerval (Val noir) qui est fort boisé : on n'y voit pas de roches nummulitiques, tandis qu'il paraît y en avoir dans le vallon d'Ablon ou Nablon au S.-E. En descendant le grand escarpement néocomien, pour atteindre la vallée de Thorens, par un sentier qui, sans être dangereux, n'est guère praticable pour des gens sujets aux vertiges, nous ramassons des *Echinospatagus cordiformis*, Breyn.

§ 374. — **De Thorens à Thônes** on suit à pied une route agréable et facile, en cheminant dans le fond de la gorge de Thorens. La rive droite de cette dépression pré-

sente une singulière structure (Pl. X, fig. 5); elle laisse voir le sous-sol du vallon de Champ-laitier dont le fond, beaucoup plus élevé que celui de la vallée de Thorens, est coupé par cette dernière, et offre un escarpement où viennent se dessiner toutes les couches qui le constituent. Les montagnes en forme de voûte laissent voir fréquemment la manière dont les couches sont recourbées, mais il est assez rare de pouvoir examiner le sous-sol d'une vallée.

Le premier des deux escarpements qui terminent la partie supérieure de la gorge de Thorens est de calcaire urgonien; on le franchit à l'endroit nommé Au Pas. Le second est de macigno alpin, ainsi que la plaine de Dran. Après avoir dépassé ce petit plateau, l'on descend, du côté de Nantisbaud, dans un vallon dont le centre est occupé par le macigno alpin (*ma*, Pl. XI, fig. 2) et les deux bords par le calcaire nummulitique (*nu*), la craie (*c*), le gault (*a*) et le terrain urgonien (*u*) dans leur ordre habituel. Le bas du vallon, qui vient se terminer à côté de la **Balme de Thuy**, présente la forme d'un U gigantesque, qui s'élève des bords du Fier jusqu'à de hautes crêtes boisées (Pl. X, fig. 3). Les couches contournées au premier plan sont urgoniennes et renferment des *Caprotina ammonia* et des *Radiolites neocomiensis;* les couches plus extérieures sont néocomiennes et contiennent l'*Echinospatagus cordiformis*, Breyn., et l'*Ostrea Couloni;* enfin les couches de l'intérieur de l'U sont albiennes, crayeuses, etc. Ce contournement en forme de demi-circonférence est remarquable; il avait déjà frappé Bakewell qui l'avait dessiné [1].

En aval de ce point et non loin d'Alex, on remarque une terrasse diluvienne située à 30 mètres environ au-dessus de

[1] *Travels in Tarentaise*, 1823, I, 68.

la rivière, tandis qu'en amont on ne voit que de nombreux cônes de déjection. Avant d'arriver à **Thônes**, on chemine au pied de couches du terrain urgonien fortement redressées qui ont une épaisseur d'environ 300 mètres, et immédiatement avant la ville on trouve sur la rive droite de la rivière la petite colline du **Calvaire**. Elle présente une coupe qui a une certaine célébrité depuis que Sir R.-I. Murchison, accompagné de M. Pillet, y reconnut en 1849 la présence de la craie, qui lui fut démontrée par la découverte d'un *Inoceramus Cuvieri* [1]. J'avais déterminé la position de ce terrain dans les montagnes du Brezon avant la visite de M. Murchison en Savoie, mais je n'avais pu en fixer l'âge, et il était déjà connu dans la Suisse allemande sous le nom de Sewerkalk.

Les couches du Calvaire se présentent dans l'ordre suivant en allant de bas en haut (la figure 7, Pl. X est la copie de celle donnée par M. Murchison, et la figure 2, Pl. XI. montre la position générale des couches) :

Terrain néocomien (*ne*) de la vallée du Sapey.

Terrain urgonien (*u*) de la crête de la montagne; la couche supérieure renferme de petites caprotines qui paraissent être le *C. Lonsdalii*, d'Orb.; les couches sont inclinées d'environ 55°.

Terrain albien (*a*) dans lequel on reconnaît les couches suivantes (en allant de bas en haut) :

1. Couche riche en coquilles assez mal conservées (gault) ; 17 mètres.

2. Grès vert très-foncé, contenant de nombreuses empreintes de plantes (fucus?) ; 2 mètres.

3. Calcaire gris, empâtant de nombreux rognons et des

[1] *Quart. Journ. of the geologic. Soc. London*, V, 186, 1848. — D'Archiac. *Hist.* III, 77.

fossiles, ce qui lui donne l'apparence d'un poudingue, quelquefois ferrugineux ; 13 mètres. La partie supérieure renferme la *Rhynchonella lata?* d'Orb., de petites huîtres, des serpules; 12 mètres.

La craie (*c*) dans laquelle on reconnaît deux couches :

1. Calcaire lithographique gris avec silex terreux, présentant quelquefois une couleur rose; 10 mètres.

2. Calcaire blanc fendillé; aspect crayeux extérieurement, plus compacte à l'intérieur; 5 mètres. C'est dans l'une de ces deux couches que M. Murchison a recueilli plusieurs échantillons d'inocérames dont le mieux conservé se rapportait à l'*I. Cuvieri;* 10 mètres. La couche de transition (*t*) de M. Murchison doit se trouver à la partie supérieure de ce calcaire. J'y ai observé une brèche ou poudingue noirâtre à l'intérieur, formée de cailloux des roches précédentes, et renfermant, dans le ciment, beaucoup de *Nummulites Ramondi*, Defr.; 1 mètre.

Calcaire brun nummulitique (*nu*), fétide, avec quelques traces de charbon. Il est recouvert par un calcaire bleu qu'on exploite comme pierre de taille; 30 mètres. Ce dernier renferme les fossiles suivants : *Nummulites Ramondi*, Defr.; *Pecten*, espèce voisine du *P. Bouei*, d'Arch., de l'Inde; *Spondylus*, voisin du *P. Tallavigneri*, d'Arch., de l'Inde; *Echinanthus scutella*, Des., qui se rencontre aussi au Monte-Balbo, près de Vérone et dans le Vicentin, ainsi qu'une variété renflée de la même espèce; *Conoclypus Duboisii*, Ag., qui se trouve au Sentis, dans les Alpes de Glaris, dans celles de Schwytz, à Sonthofen et en Crimée; *Conoclypus anachoreta*, Ag., qui a été recueilli dans plusieurs localités du canton de Schwytz, d'après M. Ooster; *Trochocyathus cyclolitoides*, M. Edw.

Le macigno alpin est masqué près de Thônes par les

alluvions. Mais à une heure environ au N. de la ville, on voit que les calcaires nummulitiques (*nu*) sont recouverts par des calcaires marneux (*ma*) à écailles de poissons, qui appartiennent à cet étage (Pl. X, fig. 9). Cette formation est très-largement développée sur la rive gauche de la rivière.

Telle est cette coupe intéressante et facile à examiner, qui démontre que la succession des terrains est tout à fait régulière, et qui ne permet pas d'admettre que le terrain nummulitique repose, dans cette région, sur le terrain oxfordien[1]. Nous continuerons la description de ces montagnes par celles qui sont voisines du lac d'Annecy.

VI. MONTAGNES SITUÉES ENTRE LE FIER ET LE LAC D'ANNECY.

§ 375. — La plus remarquable est la **Tournette**[2]. De Thônes (631 mètres) on en fait aisément l'ascension; car les pentes sont moins rapides que du côté du lac d'Annecy. On passe ordinairement par le sentier de Belchamp, qui suit le grès du macigno alpin très-développé au passage des Clefs; puis on arrive sur des roches plus anciennes.

Je m'étais fait une idée fort exacte de la structure géologique de cette montagne, en la regardant des environs du Sapey (§ 369). Il est utile de connaître les traits principaux du terrain que l'on veut étudier avant de le parcourir; cette vue générale, qui est loin d'être une idée préconçue, per-

[1] *Actes Société helvétique*, réunion de Genève, 1845.

[2] Le docteur Berger a fait deux courses à la Tournette en 1795 et 1800. Il en a laissé un récit détaillé, est-il dit p. 33 de l'*Association florimontane d'Annecy*, 1852, III. Mais j'ignore où la publication a été faite. De Thônes on monte en 1 1/2 heures à la Tournette, et l'on peut aller à cheval jusqu'à une heure du sommet.

met de coordonner les faits de détail avec l'ensemble. Dans la partie orientale de la Tournette, les couches plongent avec une forte inclinaison du côté de l'E. On passe successivement sur les affleurements plus ou moins visibles du macigno alpin (*ma*, Pl. XI, fig. 1)[1], du calcaire nummulitique (*nu*), de la craie (*c*), du gault (*a*) (dont je n'ai vu que des morceaux hors de place), du terrain urgonien (*u*) et du terrain néocomien (*né*). Les rochers de Belchamp et ceux de Montisbran, qui sont urgoniens, constituent la crête septentrionale de la Tournette. Ils sont séparés par une arête néocomienne sur laquelle le terrain urgonien a été emporté; elle domine le Creux de Montremont où l'on ramasse de nombreux *Echinospatagus cordiformis*, Breyn., *Toxaster neocomiensis*, *Echinobrissus Ebrayi*, Cot., et *Ostrea macroptera*. On voit au-dessus des Granges au S. de Chappe, un banc de dolomie dans le terrain urgonien, ce qui est assez rare.

La cime de la Tournette (2369 mètres) est un bloc énorme de calcaire urgonien (Pl. X, fig. 8) haut de 30 mètres environ, qui est certainement en place, mais dont la forme atteste que les alentours ont été dénudés. Mon guide étant malade me découragea de gravir cette espèce de tête, à l'ombre de laquelle je restai longtemps couché, jouissant d'une vue splendide. Le panorama s'étend sur les montagnes des Bauges et du Jura, sur le canton de Vaud, la Dent du Midi, les Alpes fribourgeoises, le Mont-Blanc, les cimes de la Tarentaise, de la Maurienne et du Dauphiné. Mais je regardai avec plus de plaisir encore les objets rapprochés, tels que les montagnes et les vallées voi-

[1] Les signes sont les mêmes que ceux de la Pl. IX, fig. 4. Voyez leur explication § 356.

sines, ainsi que le lac d'Annecy dont les eaux d'un bleu d'azur reposaient à mes pieds.

Les grands rochers **du revers occidental de la Tournette** sont appelés rocs de Morman ou de Varo (et non pas Vado). Ils forment un îlot urgonien au centre du flanc néocomien de cette grande montagne. Leurs couches plongent à l'O. On y reconnaît un lambeau de la voûte de la Tournette qui aurait dû s'étendre jusqu'au rocher, si étrangement escarpé, de Muraz, de l'autre côté du col de Nantes (Pl. XI, fig. 1). Cette voûte ayant été rompue probablement au moment de sa formation, le terrain urgonien manque; le néocomien est à découvert à ce col, et il ne reste plus sur le versant occidental de la Tournette, que quelques lambeaux de terrain urgonien, tels que le Rocher de Varo, la Roche de Roux et la Pointe de la Rochette.

§ 376. — En allant du sommet de la Tournette à Montmin, on traverse des couloirs qui conservent longtemps de la neige, et rendent souvent l'ascension difficile par le côté occidental. A quelques centaines de pas au N. du sommet, on voit sur l'arête un grès verdâtre sans fossiles, qui ressemble à celui du terrain albien; mais il appartient peut-être au macigno alpin.

Le passage de la Tournette à la mine de Montmin paraît dangereux; il est préférable de suivre le sentier de la combe de **Fététaz**, où l'on voit mieux la structure de la montagne.

La coupe géologique du revers ouest de ce massif est bien plus compliquée que celle de l'autre côté. Le terrain urgonien, qui descend du côté du N.-O., et qui semble avoir pour prolongement les rochers de Muraz (Pl. XI, fig. 1), s'enfonce profondément en terre pour se relever ensuite en faisant un V dont l'angle est très-aigu. L'intérieur de ce

pli est occupé par le grès du macigno alpin, et l'extérieur, par le néocomien. Si les escarpements n'étaient pas si grands et les couches si bien dessinées à leur surface, on ne pourrait comprendre la structure de cette montagne; car on croirait voir des grès du macigno entre le néocomien et le terrain urgonien.

La couche urgonienne du revers occidental de la Tournette forme, au delà du col de Nantes, le grand **rocher de Muraz** qui est la réunion de deux petites chaînes. La première est la **roche de Lanion** ou de Lançon, dont Bakewell a fait Alençon[1], qui est très-escarpée et repose sur un grand piédestal néocomien. Elle est séparée du rocher de Muraz par une arête néocomienne. La seconde chaîne est le prolongement des couches en forme de demi-cercle, de la Balme de Thuy, qui se relèvent au S. du Fier jusqu'au sommet du roc de Muraz, en supportant une combe étroite remplie de macigno alpin, où coule le nant de Cruet. Par conséquent, le pli en forme de V de la Tournette, qui a pour prolongement la mine de Montmin, est la continuation de la Balme de Thuy. Ces détails mis en rapport avec la carte, font ressortir dans ces montagnes la forme semi-circulaire dont j'ai déjà parlé (§ 354).

§ 377. — En descendant la combe de Fététaz, on traverse de grandes pentes néocomiennes couvertes de débris, et on arrive à **Montmin**, petit et heureux village dépourvu d'auberge et de cabaret; il est situé à 1059 mètres au-dessus du niveau de la mer d'après M. le chanoine Poncet.

La **mine de charbon** est à environ 2 $^1/_2$ heures au-dessus du village; ce qui me fait croire que le niveau de 1400 mètres, qui lui a été attribué, n'est pas assez élevé[2].

[1] *Travels en Tarentaise.*

[2] *Archives*, 1856, XXIII, 313, sous le nom de Marclosan.

Elle a été découverte en 1793 d'après l'auteur de la *Description minéralogique du département du Mont-Blanc*[1].

Elle est située dans la branche méridionale de la Tournette, prolongement de la couche en V de cette montagne. Ce pli est changé ici en un *fond de bateau;* la couche urgonienne, escarpée au N.-O. et au S.-E., est supportée par l'étage néocomien dont la surface forme des talus. Cette structure est la même que celle des rochers de Muraz et de Lanfon.

En montant de Montmin à la mine de charbon, on observe la coupe suivante (Pl. X, fig. 4) :

Terrain néocomien (*né*) avec quelques pentacrinites.

Terrain urgonien (*u*), redressé à l'Ouest.

Gault fossilifère (*a*) très-vert, contrairement à ce qu'il est ordinairement dans les Alpes.

Craie (*c*), calcaire gris clair, au milieu duquel on voit un banc de calcaire rose foncé.

Calcaire noir (*nu*), puissant, certainement nummulitique. La position de la couche de charbon (*ch*) est représentée par la Pl. XI, fig. 3, elle occupe la base d'un monticule au centre du fond de bateau dont j'ai parlé et participe elle-même à cette forme.

Le mur de la mine est rempli de *Cardium granulosum*, Lam. Le charbon lui-même est friable, altéré par l'air et l'eau, fissuré, et présente beaucoup de surfaces polies par les frottements que les couches ont éprouvés en glissant les unes sur les autres. Le toit est un calcaire un peu marneux, composé de petites assises qui s'éboulent facilement, en sorte qu'il doit être étançonné à grands frais ; car il n'y a pas de bois dans le voisinage. Ce calcaire renferme beaucoup de

[1] *Journ. des Mines*, I, n° v, 18. An III, 1795, et XIX, 442, par Verneilh.

coraux et de cérithes ; les *Nummulites planulata*, d'Orb., sont abondantes dans la partie supérieure, comme à Pernant (§ 410). A l'E. de la mine, on voit (Pl. X, fig. 4) les mêmes terrains que ceux du versant occidental de la coupe se succéder en couches verticales, savoir : la craie (*c*), le gault (*a*) et les terrains urgoniens (*u*) et néocomiens (*né*).

Lorsqu'on passe du revers septentrional du monticule de la mine de Montmin au revers méridional, on voit affleurer la même couche de charbon (*ch*), qu'on appelle alors **mine de Marclosan**, du nom des chalets voisins. Le charbon se présente de la manière indiquée dans la Pl. XI, fig. 4.

En descendant du côté de Faverges, on laisse à l'O., près de Marclosan, les rochers d'Eschaut ou des Chaux, dans lesquels la craie est très-bien caractérisée ; on y voit le terrain urgonien relevé à l'O., le grès vert fossilifère un peu noir du terrain albien qui repose dessus, puis la craie (avec des rognons de silex) où j'ai recueilli un inocérame.

Avant d'arriver à Faverges, après avoir franchi un énorme escarpement urgonien, on passe sur le terrain néocomien, et peut-être arrive-t-on jusqu'au terrain jurassique.

§ 378. — Du village de Montmin on peut aller directement au bord du lac d'Annecy, où l'on voit le terrain jurassique. Dans la carrière voisine d'Engon, près de **Talloires**, j'ai recueilli les fossiles suivants :

Belemnites hastatus [1], Blainv.
Ammonites plicatilis, d'Orb.
» oculatus, Bean.
» Pictus, Ziet., voisine de l'A. tenuilobatus, Oppel, Mittheil. Pl. 50.
» Sp. nov. de la famille des Heterophylles.
Aptychus lamellosus, Munst.
» latus, Munst.

[1] C'est d'après M. de Mortillet, *Min. et géolog.*, § 196, que j'indique la Bélemnite et le dernier Aptychus.

Ces fossiles caractérisent un terrain qui jusqu'à présent a passé pour oxfordien, et qui fait partie de l'étage tithonique de M. Oppel. Il s'étend évidemment au-dessous du terrain néocomien dans tout le district des Vergy et de la Tournette; mais nulle part je ne l'ai trouvé aussi bien caractérisé que près de Talloires. Les couches de ce calcaire sont horizontales, et surmontées à l'E. par celles des environs de Saint-Germain. Ces dernières sont d'un calcaire noir grumeleux, avec veines spathiques, et n'ont guère l'apparence du terrain jurassique supérieur, quoiqu'elles en aient la position.

Le terrain jurassique de Talloires s'étend au S.-E. et après avoir disparu sous le sol des environs de Faverges, se relève et se voit au-dessous du terrain néocomien sur le revers oriental de la chaîne du mont Charvin et de la Pointe Percée. La présence d'un *Aptychus lamellosus*, Park, signalée par M. de Mortillet entre le col des Aravis et la Giétaz, confirme cette idée. Ce même terrain forme plus au N. la base du massif des Fiz.

§ 379. — Un peu au N. de Talloires, entre la route et le lac, s'étend le **Roc de Chères**[1], plateau aride et accidenté. C'est une espèce de *Karrenfeld*, ou surface dans le genre de celle du Parmelan, usée, frottée et polie par un ancien glacier; mais la roche facilement décomposable a produit un peu de terre végétale sur certains points, et l'on commence à y établir quelque culture. Ce plateau est presque entièrement formé de calcaire et de grès blanc nummulitique. Ce dernier, exploité pour le pavage de la ville d'Annecy, contient beaucoup de *Pecten* et repose sur un

[1] Ce nom de Chères se trouve également dans le centre de la France. c'est ainsi qu'on nomme les coulées de lave d'après Beudant, *Géologie*, 135. M. Fournet parle de la Chelre de Côme près Pontgibaud. *Géolog. lyonnaise*, 94.

calcaire blanc compacte, qui appartient probablement à la craie.

Au pied septentrional du Roc de Chères, les Romains avaient établi des bains. La source qui les alimentait est perdue ; cependant M. Lelivec nous dit qu'à **Menthon**, près des bains romains, on trouve deux sources froides, très-chargées d'hydrogène sulfuré. On les prend, dit-il, en boisson et surtout en bains[1]. Cet endroit est un des plus pittoresques des rives du lac d'Annecy, qui sont remarquables par la hardiesse de leurs contours. J'ai toujours parcouru cette contrée avec un extrême plaisir, et le désir de cheminer pour voir se dérouler devant moi de nouveaux et charmants tableaux, n'a été combattu que par la tentation de jouir de la tranquillité dans l'endroit où je me trouvais.

Je dois à l'obligeance de M. J. Ducret quelques notes sur les environs de Menthon dont la géologie est assez compliquée. En y faisant deux courses, je suis arrivé à comprendre qu'ils pouvaient être représentés par la coupe de la Pl. XI, fig. 7. On y voit le roc de Chères composé de *grès nummulitique*, recouvert dans sa partie orientale par le *macigno alpin* ou flysch à écailles de poissons (*ma*), qui vient s'appuyer sur un calcaire blanc, dont une partie appartient probablement à la *craie* (*c*), et dont la masse principale est *urgonienne* (*u*). Puis viennent des couches *néocomiennes* presque verticales (*né*), et au-dessus, une voûte *jurassique* (*j*), en partie cachée sous des éboulements, surmontée par les couches *néocomiennes* (*né*) et par les couches *urgoniennes* (*u*) du sommet de la Dent de Lanfon.

§ 380. — Le passage entre Menthon et **Alex** est tracé dans une ouverture fort large des montagnes de la rive

[1] *Journ. des Mines*, 1806, XX, 496. C'est en vain que j'ai cherché des cristaux dans le mortier et dans le stuc des murailles.

orientale du lac d'Annecy, entre la Dent de Lanfon et la montagne de Veyrier (Pl. XI, fig. 1). Ces deux grandes masses ne sont que les lambeaux d'un même plateau ou d'une même voûte qui a été détruite. Si ce plateau existait encore et n'avait pas été brisé par le soulèvement, il se joindrait au Parmelan et à la montagne de Léra.

Il n'est pas sans intérêt de calculer la masse de rochers emportés pour former ce grand vide. Pour cela considérons un instant l'espace compris entre les points suivants : l'arête urgonienne de Lanfon; la Balme de Thuy; l'extrémité sud des rochers de Léra; l'arête formée par la montagne de Blonnière et par celle de Veyrier, et la ligne qui passe par Lanfon, Bluffy, et l'extrémité méridionale de la montagne de Veyrier. Dans cet espace, limité presque partout par des roches urgoniennes, on peut tracer un rectangle, qui représentera à peu près la base du massif des roches dénudées. Sa longueur est de 6000 mètres (du ruisseau de Thuy au pont St-Clair); sa largeur de 3500 mètres (du milieu des pentes au S. de Léra, au milieu de celles de Lanfon). L'épaisseur moyenne des terrains emportés peut donc être évaluée à 875 mètres[1]. Ces trois nombres multipliés les uns par les autres indiquent une dénudation de 18,375,000,000 de mètres cubes, c'est-à-dire d'envion 18 kilomètres cubes. Ce volume est certainement plus petit que celui de la masse réellement emportée; car je n'ai pas tenu compte des vallons de Dingy, de St-Clair, de Bluffy, etc., ni du macigno alpin, qui a été déposé dans ce district. Il avait une grande épaisseur, et il ne se trouve

[1] Les données qui servent à ce petit calcul sont les suivantes : Le Parmelan, 1831 mètres; Léra, environ 1600 m.; Dent de Lanfon, égale à peu près en hauteur à la montagne de Veyrier, soit 1289 ou 1300 mètres : niveau de la vallée du Fier à la Balme de Thuy, 624 m.; au pont St-Clair, 526 m.

plus maintenant que dans quelques combes ou quelques vallons.

Ce n'est pas seulement dans les pays de montagnes qu'on peut remarquer des actions de ce genre. M. Ebray a trouvé les traces d'une dénudation de 600 à 700 mètres d'épaisseur dans le département de la Nièvre[1], et en Angleterre la dénudation de la vallée du Weald s'étend sur le comté de Sussex, sur une partie du Kent, du Surrey et du Hampshire jusqu'aux environs de Boulogne-sur-mer[2]. Cette disparition des terrains aurait été le résultat de causes lentes; et même assez lentes, d'après certains savants, pour avoir duré plusieurs centaines de millions d'années.

§ 381. — La **montagne de Veyrier**, au N. du lac d'Annecy et du roc de Chères, s'élève à 1289 mètres au-dessus du niveau de la mer. Sa coupe longitudinale, vue du lac, est représentée Pl. XI, fig. 1. On voit près de Grand Chavoire, au milieu de la base, des couches de *terrain jurassique* (*j*). Elles sont courbées en forme de voûte et surmontées par le terrain *néocomien inférieur* (*né*), qui est divisé en deux parties. La plus basse est un calcaire gris noir, verdâtre ou roux, avec quelques grains verts, quelquefois ochreux. M. Ducret[3] y a recueilli les fossiles suivants :

Dents de Pycnodus.
Belemnites pistilliformis, d'Orb.
» latus, Blainv.
Ammonites cryptoceras, d'Orb.
Pecten Goldfusii, Desh.
Lima.
Rhynchonella.

[1] *Etudes géologiques sur le département de la Nièvre*, p. 52, note.
[2] *Lyell, Manuel*, p. 421 et suiv.
[3] *Actes Soc. helvét.* réunie à Berne, 1858, 159.

Au-dessus on voit près de Talabat des marnes bleues dans lesquelles M. Ducret a trouvé les fossiles dont les noms suivent :

Belemnites.
Nautilus neocomiensis, d'Orb.
Panopea neocomiensis, d'Orb.
Trigonia caudata, Ag.
Lima Royeriana, d'Orb.
Mytilus Carteroni? d'Orb.
» æqualis? d'Orb.
Plicatula.
Ostrea Couloni, d'Orb.
Rhynchonella lata, d'Orb.
Terebratula.
Echinospatagus cordiformis, Breyn.

Ces couches néocomiennes sont dominées par le terrain *urgonien* (*u*) qui constitue les escarpements du haut de la montagne, et qui renferme les fossiles suivants :

Caprotina ammonia, d'Orb.
» Lonsdalii, d'Orb.
Radiolites neocomiensis, d'Orb.
Rhynchonella lata, d'Orb.
Heteraster oblongus, d'Orb.

Le terrain urgonien à son tour est parfois recouvert par le *terrain nummulitique*.

§ 382. — Le **col Rampon**[1] au-dessus de Veyrier (1057 mètres au-dessus du niveau de la mer), est un des points les plus intéressants de cette grande colline. En le franchissant, on chemine dans un grand pli de la couche urgonienne (Pl. XI, fig. 1 et 8), en ayant à l'O. la montagne

[1] Le nom de Rampon est mal placé sur la carte des Etats-Sardes. — 1/50000e.

de Veyrier et à l'E. un redressement de couches dont le prolongement forme la montagne de Blonnière, sur la rive droite du Fier. Il faut examiner ce col avec soin et s'arrêter surtout près de la maison nommée au Mont. Cette course a été décrite par M. Mortillet[1] et par M. Ducret[2]. Les couches contournées forment un demi-anneau, et sur la droite en montant, les terrains sont dans une superposition inverse de ce qu'elle devrait être. L'intérieur de l'anneau est rempli des grès et des schistes marneux du macigno alpin *(ma)* avec des écailles et des débris de poissons. Sur ces roches reposent les couches suivantes :

Grès nummulitique *(nu)*.

Craie *(c)*.

Gault avec quelques fossiles *(a)*.

Terrain urgonien *(u)*.

Terrain néocomien *(né)*.

Dans la partie N.-E. du col, les couches ont une position normale. Le macigno et le grès nummulitique sont cachés par les broussailles; mais on voit la craie, le gault, le terrain urgonien et le néocomien à *Echinospatagus cordiformis*, Breyn., reposer sur des couches peut-être jurassiques. Près des maisons de Rampon, on trouve, comme au col, des sables et des grès probablement nummulitiques.

§ 383. — A la base septentrionale du col Rampon, on arrive au pont St-Clair, où l'on peut aller directement d'Annecy ; je tiens à dire quelques mots des observations faites le long de la route. A partir du château de la Pesse, on voit :

1. La mollasse plongeant au S., c'est-à-dire contre la montagne de Veyrier. C'est une nouvelle localité à ajouter

[1] *Géolog. et Minér. de la Savoie*, 263.

[2] *Actes Soc. helvét.*, réunion de Berne, 1858.

à celles où l'on peut observer le renversement des terrains de la lisière des Alpes (Voirons, § 258, Aviernoz, Pl. XI, fig. 2, Ste-Catherine, § 385, etc.). On ne voit pas le contact de cette mollasse avec les couches qui lui succèdent.

2. Grès siliceux brun correspondant peut-être au grès tongrien du mont Salève.

3. Grès siliceux contenant des parties plus calcaires avec *Nummulites Ramondi*, Defr., et des *Pecten*. Les couches plongent du côté du Fier et sont semblables à celles du col Rampon et du Roc de Chères. Cet étage sableux du terrain nummulitique est développé dans les Alpes de la Suisse.

4. Sable vert sans fossiles.

5. Calcaire blanc appartenant probablement à la craie.

6. Calcaire bleuâtre, en face de l'endroit nommé Nanay. M. Ducret y a recueilli bon nombre de fossiles qui appartiennent au terrain aptien et au terrain urgonien; les principaux sont les suivants :

Janira atava, Rœm. Il est probable que c'est plutôt le J. Morris Pict. et Renev. du terrain aptien.
Pterocera pelagi, Brong.
Ostrea harpa ou O. Boussingaultii, d'Orb.
Terebratula sella, Sow.
Toxaster Brunneri? Mér.
Heteraster oblongus, Ag.
Pygaulus depressus, Ag.
Echinobrissus Roberti, d'Orb.
Pyrina.
Orbitolites [1].

Plus loin, la végétation masque les couches, qui sont pro-

[1] M. Ducret indique la *Pholadomya pedernalis*, Rœm. Cette espèce se trouve dans la craie du Texas; il n'est pas probable qu'elle soit à Annecy. *Kreidebildungen von Texas*, Pl. VI, fig. 4.

bablement repliées sur elles-mêmes comme celles du col Rampon.

Près du **pont St-Clair**, les couches de calcaire blanc, plus ou moins oolitique du terrain urgonien n° 1, plongent à peu près à l'E., et prennent une double courbure en se prolongeant dans la montagne de Blonnière qu'elles forment presqu'entièrement et qui est un jambage de la voûte brisée du Parmelan[1].

La formation urgonienne de la rive gauche du Fier est recouverte par les couches néocomiennes inclinées de 60 à 70° à l'E.-S.-E. environ, et dans lesquelles on reconnaît :

2. Calcaire noir.

3. Néocomien bleu à grains verts et à teintes rousses, avec les fossiles suivants :

Belemnites pistilliformis, Blainv.	
» fusiformis, Rasp.	
» binervius, Rasp.	
» minaret, Duv.	†
» dilatatus, Bl.	†
Ammonites cryptoceras, d'Orb.	
Crioceras Duvalii, Lev.	
» Emerici.	†
Nerinea.	†
Pleurotomaria.	†
Terebratula.	†
Rhynchonella.	†

Cette petite faune rappelle bien plus celle du néocomien alpin que celle du néocomien jurassien.

[1] Au pied de la montagne de Blonnière près de Naves, M. Ducret y a également recueilli le *Janira Atava?* qui est probablement, comme je l'ai dit, le *J. Morisi*, Pictet et Renevier, du terrain aptien, associé à l'*Heteraster oblongus* et à la *Terebratula sella*.

[2] Cinq espèces ont été déterminées par M. le professeur Pictet, et celles marquées † par M. Ducret. *Actes Soc. helvétique* 1858.

§ 384. — Dans la partie la plus occidentale de la montagne de Veyrier au ravin des Barattes, on voit des grès et des sables siliceux en couches redressées contre la montagne, et qui paraissent l'entourer. Cette disposition est le résultat de leur forme en voûte inclinée, s'enfonçant sous la plaine. Ces couches se succèdent dans l'ordre suivant en commençant par les plus récentes :

1. Calcaire blanc, pénétré de grains de silice.
2. Sable jaunâtre et blanc.
3. Sable gris ; c'est probablement dans cette couche que M. Ducret a recueilli des *huîtres*, des *cythérées*, des *cyrènes*, des *peignes* et le *Cerithium elegans*. On peut la regarder comme appartenant à l'étage tongrien.
4. Marne bleue, renfermant des cailloux de silex provenant probablement de la craie.

Ces couches ont la plus grande analogie avec les prétendues roches sidérolitiques du Salève, ce rapport est donc un nouveau motif de classer ces dernières parmi les dépôts de l'époque tongrienne.

§ 385. — Dans le faubourg occidental de la ville d'Annecy et dans les roches de la petite éminence urgonienne du Crêt du Maure, on trouve beaucoup de fossiles dont M. de Mortillet et M. Ducret se sont occupés [1]. Je rappellerai que la colline de la **Puya** [2], à la base de la montagne du Semnoz au bord du lac d'Annecy, est une localité intéressante [3]. On y observe la coupe suivante :

1 Calcaire urgonien avec *Caprotina ammonia* et *Radiolites neocomiensis*, en couches inclinées contre le lac, de même que les couches suivantes.

[1] *Bullet. Soc. florimontane*, 1855, I, 201, et Notes géologiques sur la Savoie, *Revue savoisienne*, novembre 1860 ; *Géol. et Minéralogie*, § 217.
[2] *Actes helvét.*, réunion de Berne 1858. *Revue savoisienne*, 1860, 14.
[3] *Considérations géologiques sur le mont Salève*, 1843, 18.

2. Calcaire jaune à *Pterocera pelasgi*, *Terebratula* et *Pygaulus depressus*, etc., du terrain aptien.

3. Sable jaunâtre et rougeâtre à l'extérieur ; cette couche ne peut être classée qu'avec le terrain aptien ou avec le gault.

4. Calcaire blanc à cassure conchoïde, avec *Inoceramus* très-voisin de l'*I. regularis* ou de l'*I. cuneiformis*. Ce terrain est l'équivalent de la craie.

Beaucoup plus loin, au S. d'Annecy, la localité d'Entrevernes a une certaine célébrité. On y découvrit, en 1794, une mine de charbon, et l'enthousiaste Dolomieu disait qu'elle était la plus heureusement située de l'Europe et la plus abondante de l'empire français [1]. Albanis Beaumont en fait également un grand éloge [2]. Elle a été visitée par la Société géologique de France [3], et dans une de mes premières courses j'y ai recueilli le *Cerithium elegans*, Desh., le *C. plicatum*, Brong., des *Cyrena convexa*, Brong., des *Ostrea gigantica*, Brand, qui caractérisent le terrain éocène. La couche qui renferme ces fossiles est de même âge que celles de Montmin (§ 377), du Petit Bornand (§ 364), de Champ-laitier (§ 369), de Pernant (§ 410), de la Dent du Midi (§ 443), des Diablerets et du Hohgant près du lac de Thoune. Il est probable qu'elle a été déposée sur toute cette étendue, et que dans les points intermédiaires où elle n'est pas visible et où elle n'est pas cachée dans les profondeurs du sol, elle a été emportée par une dénudation gigantesque.

Tout en faisant les rapprochements ci-dessus, il est cependant important de rappeler que la couche de charbon

[1] Verneilh, *Descript. topograph. du Mont-Blanc*, 133. — Grillet, Dict.
[2] *Alpes Grecques et Cottiennes*, 2e p. II, 474.
[3] *Bullet.* 1844, I, 815.

d'Entrevernes est placée au-dessus du calcaire nummulitique et au-dessous du flysch, d'après la coupe donnée dans le *Bulletin de la Société géologique de France;* tandis que le charbon de Pernant, de Montmin, etc., est inférieur au calcaire nummulitique.

Si l'on examine la jonction de la plaine et des Alpes à l'extrémité N. du Semnoz, près de **Ste-Catherine**, on voit que les couches urgoniennes et mollassiques plongent au S. contre la montagne et se redressent contre la plaine; par conséquent, elles présentent le renversement que j'ai déjà plusieurs fois signalé dans des positions analogues.

VII. LA BELLE-ÉTOILE.

§ 386. — Laissons maintenant le lac d'Annecy et dirigeons-nous au S. vers **Faverges** (529 mètres) pour examiner le massif de la Belle-Étoile (1839 mètres) au S.-E. de la ville. Il est séparé du massif des Bauges par le col de Tamié (860 mètres), et de la chaîne du mont Charvin, dont il est le prolongement, par une vallée où se trouve le village de Marlens. Cette vallée est une véritable cluse qui permet aux eaux de St-Ferréol d'aller se jeter dans l'Arly.

Bakewell, dans son *Voyage en Tarentaise*, a figuré la montagne de la Belle-Étoile sous le nom de *Gibbon horn* [1], parce que, des environs de Conflans elle présente, d'après lui, une ressemblance frappante avec le profil du célèbre historien Gibbon. Je pense que ce nom n'a jamais été adopté dans le pays. M. Studer est le seul géologue qui, à ma connaissance, ait parlé du massif qui nous occupe [2].

[1] *Travels in Tarentaise*, 1823, I, 101.
[2] *Geologie der Schweiz.*

Le terrain jurassique de la base méridionale de la montagne est en couches redressées au S.-E. Il s'étend jusqu'à Albertville et aux bords de l'Isère. Comme je le dirai plus loin (§ 617), on voit sur la rive gauche de l'Arly, au **moulin de Barbe**, les *schistes cristallins* (*s*) recouverts par le *grès arkose* (*ak*, Pl. XI, fig. 5) plongeant sous la rivière ; ce dernier étant ordinairement recouvert par le *schiste argilo-ferrugineux* et par la *cargneule* (*ca*), il n'y a aucun doute que cette roche ne se trouve au-dessous du cours de l'eau. Sur la rive droite, il n'y a que des *schistes jurassiques* (*j*) noirs, argileux, ardoisiers, se délitant facilement ; ils constituent des collines qui d'Albertville s'élèvent au-dessus d'Allondaz.

Plus haut est un *calcaire noir*, solide, renfermant quelques ammonites et des rognons de silex. Cette couche forme la pointe de la Deuva et celle de Settive, qui font saillie du côté du S., près du sommet de la montagne, et dont les couches sont recourbées vers le Nord. Entre le terrain jurassique et le *néocomien* (*né*), qui constitue le corps de la montagne, se trouve une *marne noire*, visible dans le haut des ravins et surtout en face du village de Soney, entre Ugine et Marlens.

§ 387. — Le terrain néocomien est le prolongement du revers oriental de la chaîne du mont Charvin ; c'est un calcaire noirâtre, un peu ferrugineux, qui prend une teinte rousse en se décomposant.

Il semble que le *terrain urgonien* (*u*) manque presque complétement dans la Belle-Étoile ; car il n'occupe qu'une petite arête sur le revers méridional, au-dessus du village de Combe [1].

[1] Cette arête se prolonge au S.-O. et va former le Grand Sambuy dans les Banges.

En se rendant d'Albertville à Faverge par le **col de Tamié**, on chemine, dans les environs de Frontenex, sur un plateau dont je ne puis indiquer la composition avec certitude. Il m'a paru formé de macigno alpin et l'on y voit des fragments de roches du gault. Enfin, on arrive au monticule de **Chambelon** qui présente un fort petit escarpement du côté de la Belle-Étoile; là, on voit affleurer le *gault (a)* avec ses fossiles. Il est recouvert d'un calcaire gris (*c*), cassant, grumeleux, appartenant à la *craie;* on y a ouvert une grande carrière dans laquelle j'ai recueilli deux *Inoceramus*.

Les couches de cette roche plongent un peu au N.-O.; elle est surmontée d'un calcaire noduleux complétement noir qui appartient je crois au *terrain nummulitique;* mais n'ayant pu y découvrir de fossiles, je conserve des doutes sur son âge, parce qu'il est sur le prolongement des rochers du Bouchet, entre le mont Charvin et la Tournette (§§ 389 et 392). Il me semble, en effet, que les anomalies de stratification des environs du Bouchet se sont prolongées jusque dans le massif de la Belle-Étoile; car les couches de calcaire gris à silex bleuâtres des environs de **Colombe** plongent contre le groupe de la Belle-Étoile, ce qui constitue une irrégularité de stratification.

Des hauteurs qui dominent Faverges, la vue, du côté de la Tournette et du mont Charvin, est d'autant plus intéressante qu'on voit nettement la structure en fond de bateau de la vallée de Serraval et de Thônes (Pl. XII, fig. 1). Plus tard, nous dirons que cette structure, qui est si évidente ici et dans les environs du Grand Bornand, n'empêche pas des roches beaucoup plus anciennes que celles du mont Charvin et de la Tournette, de se montrer dans l'espace compris entre ces montagnes.

VIII. VALLÉE DE THÔNES ET DU REPOSOIR. CHAÎNE DU MONT CHARVIN ET DE LA POINTE PERCÉE.

§ 388. — La route allant de **Faverges** à **Thônes** passe au pied de la Tournette, tantôt sur des terrains crétacés, tantôt sur des terrains jurassiques. On remarquera (surtout si on regarde de loin) que, sur le flanc méridional de cette montagne, les trois masses calcaires, nommées les rocs de Granjot, de la Boutière et des Étrots, étaient jadis réunies, et que la seconde, qui sépare les deux autres, a subi un glissement considérable. Il y a quelque intérêt à constater ce mouvement, qui s'est produit sur une masse énorme. Au bas de ce rocher, j'ai trouvé une ammonite très-voisine de l'*A. plicatilis*, et c'est avec étonnement que j'ai constaté ici et dans la colline du Bouchet (§ 392) la présence du terrain jurassique.

§ 389. — Si de Faverges on se dirige par Marlens au **col de l'Épine**, on voit à mi-hauteur de la montagne un calcaire gris, plissé en forme de V dont une des branches descend du côté du Villard, et l'autre sous le col; toutes deux sont couvertes par un conglomérat semblable à celui du Bouchet, et par des marnes et des grès fins, plus ou moins micacés, du macigno alpin.

Du col de l'Épine, les couches de la Tournette à gauche, et celles du mont Charvin à droite, paraissent plonger les unes contre les autres et semblent présenter la forme d'un fond de bateau. La vue de la Pl. XII, fig. 1, prise des hauteurs de Faverges, montre cet arrangement. Or, à la Tournette nous avons vu des roches crétacées (*né* = néocomien, *u* = urgonien) et nummulitiques (*ma* = macigno

alpin) qui se retrouvent dans la chaîne du mont Charvin : par conséquent, au premier coup d'œil on se croirait en droit de conclure que les collines ou montagnes du centre du fond de bateau, telles que celles du Bouchet ou de Sulens, sont formées de roches de même âge ou plus récentes que celles de la Tournette et du mont Charvin. Cependant il n'en est rien; car on rencontre le trias et l'infra-lias dans les montagnes qui occupent le centre de la dépression. Ce singulier arrangement est le prolongement de celui qui s'observe plus au N.-E., entre le Grand Bornand et le Reposoir. Ces quelques mots font comprendre combien l'étude des dislocations du sol de cette région est difficile.

Pour se rendre du col de l'Épine aux environs du mont Charvin ou Chervin, l'on suit la côte d'Arpairon dont les couches sont verticales. La chaîne dont le **mont Charvin** ou Grand Carre (2414 mètres) est le point le plus élevé, présente de beaux accidents de terrain. Deux fois j'ai voulu en faire l'ascension, et j'en ai été empêché par le mauvais temps. J'ai visité le petit vallon au-dessus du **Haut de Marlens**, sur le revers occidental de la cime : l'arête terminale est formée par le gault, et une pointe rocheuse de craie et de calcaire nummulitique la sépare d'un autre ravin plus au S. contenant du gault. Les couches de ce dernier terrain longent le revers méridional du mont Charvin et viennent ensuite se montrer au N.; par conséquent, la cime de cette montagne est composée de gault, de craie, de terrain nummulitique et peut-être de macigno alpin ; cette dernière roche forme les aiguilles élevées dont les couches s'appuient sur la montagne. Il me paraît évident qu'au-dessous du gault on doit trouver, sur le revers du mont Charvin du côté d'Ugine, le terrain urgonien, le néocomien et le terrain jurassique.

§ 390. — On voit affleurer la plupart des terrains dont je viens de parler, dans la grande dénudation du N. du mont Charvin. Les collines gazonnées situées au N. du passage du Freu, sont de macigno alpin en couches extraordinairement contournées, et la roche est un grès à grains moyens passant au poudingue et au conglomérat grossier. Elle s'étend jusqu'au col qui sépare le Bouchet de Manigod et alterne avec des calcaires marneux blanchâtres, renfermant quelques traces de fucoïdes. A la montagne de la **Roche Vieille**, le grès devient un poudingue ou conglomérat grossier.

A l'O. se trouve la **montagne de Sulens**, et ici nous abordons les difficultés spéciales à la structure de cette région. Des marnes rouges, recouvertes de cargneule et de gypse appartenant aux marnes irisées, comme on le verra plus loin (§ 391), se montrent sur le revers méridional de la montagne de Sulens, au-dessus de Créverman, ainsi que sur ses pentes O. et N.-E. Cette couche passe donc sous la montagne, puisque son affleurement en fait le tour.

En 1861, M. l'abbé Vallet a reconnu que les couches de ce massif se succédaient dans l'ordre suivant de haut en bas : lias, infra-lias, calcaire argileux rouge, dolomie, cargneule et gypse[1]. Cette coupe est semblable à celle de Matringe (§ 298). L'affleurement du gypse se dirige du côté du S., au mont de la Bottière, et s'étend jusqu'à la Combe, entre Serraval et le Bouchet ; il passe de là sur le revers occidental de la montagne de Sulens.

§ 391. — On exploite près du **château du Marais** (851 mètres), commune de Serraval, un gypse gris ou noir associé à un grès charbonneux. C'est avec surprise qu'on

[1] *Bullet. Soc. géolog. de Fr.*, 1861, XVIII, 803.

reconnaît la présence des roches triasiques au milieu d'une vallée en fond de bateau, dont les bords sont crétacés et nummulitiques. L'apparence des grès qui accompagnent le gypse, ainsi que la structure générale de la vallée m'avait fait croire que ces roches étaient éocènes, et j'avais regardé ce gisement comme étant un peu exceptionnel, dans le mémoire où je m'efforçais de prouver que tous les gypses des Alpes sont triasiques. Quand il eut été démontré que le gypse de la montagne de Sulens appartient à cette dernière époque, tout en regrettant l'erreur que j'avais commise à l'égard de l'âge de ces roches, je fus heureux de voir que leur véritable position dans la série des terrains confirmait la classification que j'avais proposée pour les gypses et les cargneules.

En 1861, MM. Studer, Lory, Pillet, Vallet et moi, nous visitâmes **la Frasse**, sur le revers occidental de la montagne de Sulens. Nous prîmes la coupe suivante, en allant du village du Marais à la Frasse, et en suivant les couches de bas en haut[1] :

1. Lias formant un escarpement assez marqué.
2. Grès du macigno alpin.
3. Calcaire nummulitique; un peu au-dessous du hameau de la Frasse.
4. Calcaire argileux liasique avec bélemnites et ammonites.
5. Infra-lias avec des *Avicula contorta*, *Mytilus psilonoti*, Quenstedt, *Gervilia inflata*, Schafh., *Gervilia praecursor*, Quenst., *Anomia Schafhäutli*, Winkl. (Stoppani, Paléont Lombarde, Appendice, p. 198), et des *Pentacrinites*.
6. Couche mince du Bone bed?

[1] M. l'abbé Vallet a dit quelques mots de cette coupe, *Mémoire* cité.

7. Argile rouge et verte (marnes irisées ?).
8. Dolomie grise et rose.
9. Cargneule.
10. Grand massif calcaire du haut de la montagne de Sulens, que nous n'avons pu visiter, mais qui paraît être liasique.

Il est fort difficile d'expliquer cette coupe, surtout si l'on pense que du côté opposé de la montagne, à Créverman, l'argile rouge est au-dessus de la cargneule. Il paraîtrait qu'à la Frasse les couches sont en partie renversées. On pourrait peut-être supposer, que les couches horizontales du sommet de la montagne de Sulens, sont assez fortement recourbées sur son revers occidental, pour qu'elles paraissent superposées dans l'ordre inverse de celui qui leur est naturel. Il n'y a donc maintenant plus de doute : les couches crétacées, qui plongent au S.-E. dans la Tournette et qui se relèvent également au S.-E. dans la chaîne du mont Charvin, ont été disloquées de manière à laisser arriver des roches triasiques et liasiques dans le milieu du *fond de bateau*, là où l'on pouvait s'attendre à trouver des couches plus récentes.

§ 392. — Au S. de la montagne de Sulens et au N. du **Villard du Bouchet** se trouve une colline qui paraît divisée en deux parties. Lorsqu'on y monte par le sentier du village, la partie de droite est composée d'un conglomérat grossier ressemblant à celui des Voirons, ce qui me porte à le classer dans le macigno alpin ; des calcaires contenant des *Nummulites Biaritziana*, d'Arch., alternent avec le poudingue. Les couches de cette formation sont verticales, légèrement recourbées vers l'O. dans le haut, et sont par conséquent dans une position singulière pour être au milieu d'un *fond de bateau*.

La partie gauche de ce monticule est plus extraordinaire encore : on y voit un calcaire marneux dont les couches inclinées contre le conglomérat semblent sortir de dessous lui; j'y ai reconnu des *Belemnites*, des *Ammonites* et des *Aptychus latus?* fossiles qui paraissent oxfordiens.

§ 393. — Des environs de Serraval retournons à Thônes. J'ai déjà parlé du Calvaire et des montagnes au N. de la ville (§ 374); celles de l'E. sont boisées et ne présentent ni l'aspect, ni l'aridité des montagnes crétacées. En allant au **mont Vaumessim** ou **Venesim** et au mont Fourrier, on ne voit que du macigno alpin et du grès de Taviglianaz en couches qui s'appuient sur les grandes aiguilles qui forment le prolongement du mont Charvin. Malgré les hautes montagnes qui s'élèvent entre cette dernière chaine et Traversy, on ne peut refuser le nom de vallée à cet espace qui fait suite à celui qui sépare le mont Charvin de la Tournette.

§ 394. — L'église de **St-Jean de Sixt**, à deux lieues environ au N.-E. de Thônes, est située sur un monticule au point de jonction de quatre vallées. La coupe dessinée Pl. X. fig. 1[1], montre la structure du sol entre le passage des Étroits, sur le revers N.-O. du monticule de St-Jean de Sixt, et le col des Aravis au S.-E. **Aux Étroits** l'on voit affleurer les terrains suivants, comme je l'ai dit (§ 36.) néocomien (*né*), urgonien (*u*), gault (*a*), craie (*c*), nummulitique (*nu*), recouverts par les grès du macigno alpin (*ma* de Saint-Jean de Sixt. Ce dernier étage contient :

1. A sa base, le schiste marneux à écailles de poissons
2. Au-dessus, un grès à gros grains blancs et noirs avec des traces de charbon.

[1] Voy. l'explication des signes § 356.

3. Enfin, à la partie supérieure un grès micacé, d'où l'on tire de grandes dalles, et qui renferme des traces de végétaux (fucoïdes) semblables à ceux des Voirons.

Du côté du S.-E., ces couches contiennent des conglomérats exploités pour la fabrication des meules de moulin; ils s'appuient sur le *calcaire nummulitique* (*nu*) qui se relève contre le **mont Maisy**. Les couches de cette dernière colline, qui est traversée par la rivière, sont en forme de voûte sur la rive gauche, et disloquées sur la rive droite; la partie centrale est *urgonienne* (*u*); je n'y ai reconnu aucun représentant, ni du gault, ni de la craie; mais on voit des *nummulites* dans la couche calcaire (*nu*) voisine de la Clusaz.

Le mont Maisy, qui va rejoindre la Pointe Percée au N.-E., présente une grande épaisseur de macigno alpin. La position de cette colline urgonienne et nummulitique me paraît d'autant plus singulière, qu'elle est sur une ligne à peu près parallèle à la chaîne de la Pointe Percée, passant par les points où viennent affleurer le terrain liasique et le terrain triasique de la montagne de Sulens (§ 391) et des Almes (§ 399). Il est surprenant que la grande dislocation, qui a donné naissance à ces deux dernières montagnes, n'ait pas eu lieu au mont Maisy.

§ 395. — Au S.-E. de **la Clusaz**, les couches du *macigno* (*ma*) s'appuient sur la chaîne des **Aravis**, et au passage de ce nom l'on retrouve la même succession de roches que j'ai indiquée aux Étroits, mais plongeant en sens inverse, savoir : le *calcaire nummulitique* (*nu*) avec *Nummulites Ramondi*, Defr. et *Orbitoïdes sella*, d'Arch., la *craie* (*c*), le *gault* (*a*), le *terrain urgonien* (*u*). Au col lui-même et sur son versant oriental, le *terrain néocomien* (*né*) s'appuie sur le *terrain jurassique* (*j*).

M. de Mortillet a recueilli dans ce passage[1] un *Aptychus lamellosus*, Park., du *terrain oxfordien;* j'ai trouvé une *Ammonites Parkinsoni* de l'*oolite inférieure* dans les montagnes de **la Glétaz**, et des bélemnites au-dessous de cette localité. Les couches du terrain jurassique paraissent très-fortement plissées dans leur partie supérieure.

Le col des Aravis ne s'élève qu'à 1500 mètres au-dessus du niveau de la mer. Au commencement de la descente du côté méridional, on reconnaît une belle moraine de blocs calcaires sans roches cristallines, formée par un ancien glacier.

§ 396. — Du village de **la Clusaz** on peut gagner la vallée du Reposoir en se dirigeant au N., et en passant au pied des grandes aiguilles qui constituent la chaîne de la Pointe Percée, ce sont, à partir du col des Aravis : l'Aiguille ou Porte des Aravis, la Balme, Tête Pelouze. Trou à la Mouche (dans laquelle on aperçoit une petite ouverture), le Grand Crêt, la Portella, le Mont Fleuri et la Pointe Percée. Ces pics sont séparés par des *crases* ou grands ravins, à la base desquels on trouve des roches arrondies et moutonnées, ainsi que des *Karrenfelder*. Ces ravins ont été évidemment occupés par des glaciers, et la présence de deux grandes moraines au pied de la chaîne confirme cette manière de voir. L'une est au S. et l'autre au N. du **hameau des Confins**. La première s'élève tantôt de 30, tantôt de 60 mètres au-dessus du sol, elle est allongée, courbée et sa position indique qu'elle était la moraine latérale droite d'un glacier qui s'avançait du côté de la Clusaz. La seconde moraine, qui a des dimensions assez semblables à la précédente, était, au contraire, sur le côté

[1] *Géoloy. et Min.* § 195.

gauche d'un glacier qui se dirigeait vers la partie supérieure de la vallée de la Borne. Elle descend du côté du N. vers le Plan du Golet, en passant entre le chalet de Bellachat et celui du Grand Cry. Les deux glaciers, qui ont laissé ces énormes amas de matériaux, cheminaient en sens opposés à cause de la configuration du sol.

Ces moraines ont pris naissance à la fin de l'époque glaciaire, dans un moment où le climat différait peu de ce qu'il est de nos jours. Il ne faudrait, en effet, qu'une petite modification dans la température de notre pays, pour ramener des neiges capables de former des glaciers sur les cimes de la chaîne qui nous occupe, dont les hauteurs sont voisines de la limite des neiges éternelles, et entre autres sur la Pointe Percée qui s'élève à 2760 mètres (cette limite est en moyenne à 2700 mètres d'altitude). Une diminution d'un seul degré abaisserait la limite de la neige de 188 mètres. On doit encore remarquer que cette chaîne a diminué de hauteur depuis l'époque glaciaire: par conséquent, les amas de neige qu'elle portait anciennement étaient plus grands que ceux qu'elle aurait maintenant, si la température revenait ce qu'elle était alors. Peut-être même que certaines modifications dans l'époque des pluies, sans changement dans la température moyenne, suffiraient pour établir la persistance des neiges sur ces montagnes.

Quoi qu'il en soit, on ne peut nier, ni l'ancienne existence des glaciers dans la chaîne de la Pointe Percée, ni la présence de leur extrémité inférieure à une élévation, au-dessus du niveau de la mer, à peu près égale à celle de la partie inférieure des glaciers actuels de Chamonix; la Clusaz étant, comme ce dernier village, à 1051 mètres d'altitude, et les Confins à environ 100 mètres au-dessus de la Clusaz.

§ 397.—La chaîne entre la Pointe Percée et les Aravis

est formée de terrain crétacé et de terrain nummulitique : l'étage néocomien occupe en général le versant S. ; le terrain urgonien la crête ; l'affleurement du gault se montre suivant une ligne en zigzag qui s'élève sur les flancs des aiguilles et s'abaisse dans les *crases ;* il est recouvert par la craie sur laquelle repose le calcaire nummulitique, qui est surmonté à son tour par de grandes masses de macigno alpin et de grès de Taviglianaz.

En allant des Confins au N.-E., on arrive au chalet de la Bombardelle, près duquel on voit le gault fossilifère. Le col de la **Grande Fourclaz**, qui conduit à la vallée de Sallanches, est près de là à l'Est. On voit rarement des escarpements aussi curieux que ceux qui dominent le sentier par lequel on s'y rend. Il passe entre deux tours singulières de calcaire urgonien : celle de droite, fort élevée, présente la double courbure des flancs d'un vaisseau. Au delà de ces tours, on s'engage dans un étroit couloir entre des murailles néocomiennes d'une énorme élévation. Cette espèce de corridor aboutit à un col où la roche est néocomienne et contient l'*Echinospatagus cordiformis*, Brey. L'aspect de ce passage est très-extraordinaire, et si l'on arrête ses regards sur les aiguilles du voisinage, elles semblent être des constructions dangereuses, tant elles sont mal assujetties. Elles menacent d'ensevelir le vallon des Confins sous leur masse gigantesque. La partie supérieure de quelques-unes d'entre elles ne tient que par son propre poids sur la surface inclinée des couches inférieures, et n'a aucun appui du côté du vallon.

Entre le chalet de la Bombardelle et celui de Plattuy on chemine presque tout le temps sur les couches redressées du gault. Dans ce dernier endroit, la rive gauche du ruisseau est occupée par le calcaire nummulitique recouvert

par le macigno alpin et le grès de Taviglianaz de la rive droite. Ces roches constituent des monticules arrondis, qui sont le prolongement du mont Maisy, et forment dans le sol une ride qui va se confondre avec la chaîne de la Pointe Percée.

§ 398. — Au **col des Almes** ou **des Annes**, sur le revers N. de ces monticules, on voit la cargneule triasique presque en contact avec le macigno alpin et le grès de Taviglianaz. Cette dernière formation présente ici l'aspect d'une roche composée de débris volcaniques à l'état de grès stratifié, c'est-à-dire remanié par les eaux. On y voit des fragments de feldspath et d'amphibole ou de pyroxène ; j'y ai recueilli de très-petits cristaux bleus qui pourraient être de l'haüyne. Les couches de ces grès alternent avec des couches de marnes, qui ne sont peut-être que des éléments plus ténus de ces débris volcaniques. Tout ce système a certainement du rapport avec les couches de cendres volcaniques qui alternent avec des roches paléozoïques dans certaines parties de l'Angleterre.

Les grès de Taviglianaz sont, sans aucun doute, supérieurs au calcaire nummulitique, soit dans ces montagnes, soit dans celles de la rive droite de l'Arve, et n'est-il pas singulier de les trouver, au col des Almes, presque en contact avec le terrain triasique, représenté par la cargneule et les marnes rouges qui lui sont supérieures? Ces deux dernières roches s'étendent du mont Lachat ou du Chat, voisin du Grand Bornand, jusqu'au flanc oriental de la montagne des Almes ; elles y sont superposées au calcaire nummulitique et passent près de Sommiers dans le haut d'un ravin qui présente une coupe intéressante (§ 401). Ces roches triasiques sont les mêmes que celles de Créverman (§ 390) et de Matringe (§ 298).

A l'endroit nommé Tavillon, la *cargneule* renferme des

plaquettes d'une espèce de schiste stéatiteux; elle est recouverte par une *dolomie blanche*, au-dessus de laquelle vient le *schiste argileux rouge* qui est dominé à son tour par un *calcaire noir* légèrement redressé au S.-E. contre la Pointe Percée, dans lequel les fossiles sont rares (*Pecten*). Je n'ai pu en déterminer l'âge d'une manière positive; mais je n'ai aucun doute qu'ils n'appartiennent à l'infra-lias.

§ 399. — La **montagne des Almes** ou **des Annes** est située entre les Vergy et la Pointe Percée. On peut la considérer comme étant isolée et se terminant au Reposoir, au col du Grand Bornand, au village de ce nom et au col des Almes. De quelque côté qu'on la regarde, les couches qui la composent semblent former un fond de bateau et reposer sur le calcaire nummulitique des Vergy ou de la Pointe Percée. Dans la Pl. XII[1], la figure 3 représente les Almes vus de la descente du col de Balafras; la figure 4 fait voir cette montagne depuis le Reposoir: les roches *infra-liasiques* et *liasiques* (*L*) du sommet s'y montrent reposant sur la *carqneule* (*ca*) et celle-ci s'appuyant sur le *calcaire nummulitique* (*nu*) qui forme un monticule, au pied duquel on passe lorsqu'on se rend du Reposoir à Sommiers. Enfin, la figure 2, dessinée des environs de Romme au N.-E., donne mieux encore l'idée de cette montagne, dont les couches du sommet (lias et infra-lias) s'appuient, au col du Grand Bornand, sur le *calcaire nummulitique* (*nu*). La disposition et la nature des couches des Almes sont donc semblables à celles de la montagne de Sulens (§ 390); elles en sont le prolongement, et pourtant le mont Maisy, dont les roches sont crétacées et nummulitiques, est situé sur la ligne droite qui joint ces deux montagnes.

[1] Les signes employés dans cette planche sont : *ca* = carqneule : *L* = lias. *né* = néocomien ; *u* = urgonien ; *nu* = nummulitique ; *ma* = macigno alpin.

Le vallon de **Maroly**, de la **Marolière** ou de la **Morallière**, qui s'étend de l'E. à l'O., divise le massif des Almes en deux parties; au S. est le mont Lachat, au N. les Almes proprement dites, qui s'élèvent à 2000 ou 2300 mètres au-dessus du niveau de la mer.

§ 400. — D'après M. l'abbé Vallet[1], la coupe de cette dernière montagne et du vallon de Maroly est la suivante (Pl. XI, fig. 6) en examinant les couches de haut en bas :

L, calcaire liasique de la partie supérieure des Almes.

k, infra-lias avec les fossiles indiqués plus loin.

ar, argile rouge.

d, dolomie.

ca, cargneule.

h, couches horizontales avec du charbon à Orcellière, près du **chalet du Gibet.**

Je suis embarrassé pour fixer d'une manière précise l'âge de ce combustible qui n'est accompagné d'aucun fossile ; mais il me paraît qu'il ne peut appartenir qu'au terrain triasique ou à la formation houillère[2], parce qu'il est inférieur à l'infra-lias. Les fossiles suivants[3], recueillis par M. l'abbé Vallet dans la couche (*k*) et déterminés par M. Stoppani, fixent l'âge des terrains de cette coupe.

[1] *Bullet. Soc. géolog. de Fr.*, 1865, XVIII, 798; j'ai eu le plaisir de revoir cette localité en 1861 avec M. l'abbé Vallet.

[2] Je trouve dans la carte du Piémont au 1/50000e, dont l'exactitude n'inspire pas une très-grande confiance, que ce charbon est à la *Sonnerie;* d'un autre côté M. Murchison, dans son mémoire sur les Alpes (*Quart. J. of the geol. Soc.* 1848, V, 187) indique qu'à la *Sommerie*, à l'E. du grand Bornand, on a exploité un lignite de même âge que celui d'Entrevernes. Ne connaissant aucune autre exploitation de charbon dans cette vallée que celle du Gibet, je pense, sans en être certain, que le savant anglais parle de celle-ci. S'il en est ainsi, l'âge qu'il lui assigne est bien différent de celui que j'ai indiqué.

[3] Stoppani, *Paléontologie lombarde*, Appendice sur les couches à *Avicula contorta*, p. 197.

Saurichtys acuminatus, Quenst.
Mytilus psilonoti, Quenst.
Anomia Schafhäutli, Winkl.
Plicatula Archiaci, Stopp.
Ostrea Pictetiana, Mort.
Fragments d'os.

Cette coupe allant à peu près du N. au S., ne peut être exactement rapportée dans la section générale de la Pl. IX, fig. 4, qui est dirigée du N.-O. au S.-E., et je reconnais qu'elle ne rend pas très-bien compte de la manière dont le terrain liasique et le terrain triasique reposent sur le terrain nummulitique.

On peut arriver au vallon de Maroly en passant par le Reposoir et le **col du Grand Bornand** (1612 mètres). Près du chalet de la Touvière se montrent des quartzites qui paraissent être triasiques, parce qu'ils sont au-dessous de la cargneule qui est surmontée de marnes rouges. A la base de la montagne, il y a des calcaires et des grès en couches plongeant sous la montagne des Almes et se relevant contre les Vergy; près du col, à l'E. des Ferrands les couches calcaires sont fortement repliées sur elles-mêmes. Au col du Grand Bornand le *macigno alpin* (*ma*) à écailles de poissons s'appuie sur le *calcaire nummulitique* (*nu*) à *Nummulites Ramondi*, Defr. (Pl. IX, fig. 4). Celui-ci recouvre la *craie* dessous laquelle se trouvent le *gault*, le *terrain aptien* et le *terrain urgonien* qui s'élève jusqu'au sommet de la chaîne. La partie orientale du col présente une structure beaucoup moins simple. Une des premières couches que l'on aperçoit dans le haut du ravin, le plus rapproché du col, du côté du Grand Bornand, est un conglomérat ou grès fort grossier en couches verticales. rempli de nummulites. Ni cette roche, ni ces fossiles ne

sont semblables au calcaire gris noirâtre à *Nummulites Ramondi* des Vergy, quoique la distance qui les sépare soit bien petite. Ce conglomérat est recouvert de roches liasiques noires, très-plissées, avec des rognons de silex. Au delà viennent de hauts escarpements de calcaire, noir à l'intérieur et jaunâtre à l'extérieur, renfermant des bélemnites, des ammonites, des pentacrinites et des fucus qui dominent le vallon de Maroly.

En résumé, la montagne des Almes est remarquable, par la position des terrains récents au-dessous des terrains plus anciens, et parce que ces derniers paraissent avoir à peu près la forme de fond de bateau, qu'on croit pouvoir attribuer aux couches crétacées qui réunissent la Pointe Percée aux Vergy. Il est évident que cette structure n'existe pas d'une manière régulière, et qu'on doit admettre la présence de grandes failles autour de la montagne des Almes. En effet, on ne voit point affleurer, entre le terrain triasique et le terrain tertiaire, les roches dont la présence permettrait de croire que cette structure est le résultat de simples contournements.

§ 401. — J'ai publié, en 1849, une notice sur la vallée du Reposoir [1], dans laquelle, d'après l'inspection d'un ravin, situé entre les chalets de Sommiers d'en haut et ceux de Sommiers d'en bas, sur la pente orientale des Almes, j'ai avancé que le terrain jurassique reposait sur la cargneule et sur le terrain nummulitique. On peut se rendre à ce ravin en partant du Reposoir et en suivant la vallée sauvage, représentée Pl. XII, fig. 4, et figurée dans la partie S.-E. de la Pl. IX, fig. 4. On passe au pied du *monticule nummulitique* (*nu*, de la première figure), dominé par la *cargneule* (*ca*) et

[1] *Bibliothèque Universelle*, XI, 114, et *Bullet. Soc. géolog. de France*, VI, 476, avec une coupe ; *Edinb. New Philos. Journ.* 1850, XLVIII, 113.

par le calcaire (*L*) du *lias* ou de l'*infra-lias*, puis on arrive aux escaliers de Sommiers [1], localité qui a acquis quelque célébrité par les nombreux fossiles du gault qui y ont été recueillis. La couche (*a*) qui les renferme est dans la position indiquée dans la coupe; elle se relève au S.-E. contre la Pointe Percée.

La craie paraît peu développée près des escaliers de Sommiers; mais on voit le calcaire nummulitique avec des *Nummulites Ramondi*, Defr., *N. striata* et *Trochocyathus van den Heckei*. En remontant du côté des Almes, on reconnaît au-dessus de ce calcaire, dans le ravin dont j'ai parlé (**entre Sommiers d'en bas et Sommiers d'en haut**), les schistes du macigno alpin ayant la même apparence que ceux du Brezon. Cette roche est stratifiée, et ses couches alternent sur une hauteur de plus de 100 mètres avec les couches du grès étoilé de Taviglianaz. La coupe de ce ravin est la suivante en la prenant de bas en haut (Pl. IX, fig. 4, revers S.-E. des Almes) :

1. Calcaire nummulitique *(nu)* avec *Nummulites Ramondi* et coquilles perforantes [2].
2. Grès de Taviglianaz alternant, comme je viens de le dire, avec des schistes marneux.
3. Schistes marneux sans grès de Taviglianaz.
4. Grès micacé fin, semblable à la mollasse; ces trois couches sont désignées par *(ma)*.
5. Calcaire gris blanc.
6. Espace gazonné, occupé probablement par des marnes.
7. Cargneule et dolomie *(ca)*.
8. Marnes rouges *(ar)*, semblables à celles de Matringe.

[1] M. De Luc a parlé de cette localité, *Biblioth. Univ. Sc. et Arts*, 1825, XXVIII, 118; de Saussure, *Voyages*, § 284, et André de Gy, *Théorie*, 15.

[2] *Actes Soc. helvétique*, réunion de Genève, 1845, 100.

9. Calcaire noir *(k, L)* à bélemnites, ammonites, peignes, térébratules et encrines (voisin du *Pentacrinites Bavaricus*, Winkl., de l'infra-lias). Lorsque j'ai parcouru cette montagne, je ne connaissais pas les fossiles de l'infra-lias; maintenant il est à peu près certain que la partie inférieure du calcaire des Almes, superposé à la cargneule, appartient à ce terrain et que la partie supérieure est liasique. J'avais déjà signalé les singulières superpositions que je viens d'indiquer, mais ma confiance dans les lois de la paléontologie n'en avait pas été ébranlée[1], et je disais : « En général, « je ne crois pas aux anomalies et aux exceptions en géo- « logie, parce que les phénomènes ont été trop généraux « pour produire ce qu'on pourrait appeler des monstruosités « géologiques[2]. » Cela n'a pas empêché M. de Mortillet de prétendre que j'ai signalé ici une trouée oxfordienne[3], tandis que je n'ai pas parlé de terrain oxfordien. Il dit encore que je suis tombé dans la même *erreur* que plusieurs autres géologues ont commise à l'égard du terrain anthracifère, et cela parce que, ni eux, ni moi, n'avons attaché d'importance à ce qu'il a nommé des *Trouées*[4].

§ 402. — La vallée du Reposoir, sur laquelle je viens de donner quelques détails, est charmante à visiter, et la Chartreuse qui s'y trouve vaut la peine d'être vue. Cette vallée est si retirée, son entrée du côté de Cluses est si dissimulée, et elle est entourée de si hautes montagnes, qu'elle paraît faite pour servir de lieu de refuge aux malfaiteurs. Il semblerait que dans le siècle dernier les Chartreux ne se

[1] *Mém. sur les terrains liasique et keupérien*, 1859, 5.

[2] *Archives*, 1849, XI, 118, et non pas *Bullet. Soc. géol. de Fr.*, 1849, VI, 478, où par une faute typographique il a été mis : *je ne crois pas aux anomalies sans exceptions.*

[3] *Min. et géolog.* § 200.

[4] Ibid. § 154.

croyaient pas en grande sécurité; car un jour qu'ils se reposaient à l'ombre des beaux arbres qui entourent leur retraite, ils virent arriver de Saussure et ses compagnons et les prirent pour des brigands[1].

Il est remarquable que ce savant, après avoir parcouru ces montagnes, nous ait laissé si peu de détails sur elles. On peut expliquer ce fait en rappelant que la paléontologie était à peu près nulle à l'époque de de Saussure, et qu'on ne pouvait alors distinguer que fort mal les unes des autres, les diverses formations qui entrent dans la constitution des chaînes calcaires.

Je terminerai ce chapitre par quelques mots sur la **Pointe Percée** et sur l'extrémité, du côté de Cluses, de la chaîne à laquelle elle appartient. Cette cime, qui s'élève à la hauteur de 2760 mètres au-dessus du niveau de la mer, avait été remarquée par de Saussure[1] et par André de Gy qui à tort la déclare inaccessible. Elle est formée de terrain urgonien, en couches très-fortement redressées dans sa partie supérieure; et les flancs en sont recouverts de lambeaux de gault, de craie, de calcaire nummulitique et de grès de Taviglianaz (Pl. IX, fig. 4). J'ai vu ces différents terrains en franchissant, un peu au N. de la Pointe Percée, le passage du Meiry. Après être parti du Reposoir, je couchai dans un chalet, et avant le lever du soleil, je me trouvais au **sommet du Meiry**, en face de la chaîne du Mont-Blanc et de la belle vallée de Sallanches qui se montraient dans toute leur splendeur. J'apercevais d'un côté les montagnes voisines d'Allevard (Isère), et de l'autre celles du canton de Berne. Je recueillis, près des chalets du Meiry, une grande quantité de cristaux de quartz hyalin

[1] *Voyages*, § 284.
[2] *Voyages*, § 285 et § 1977.

bipyramidés du grès de Taviglianaz. En allant à Sallanches par le col de Doran ou la Cheminée, on descend péniblement dans un étroit couloir rempli de pierres. Le haut est ouvert dans le terrain urgonien; le terrain néocomien avec l'*Echinospatagus Collegnoi*, d'Orb. (*Toxaster Brunneri*, Desor), est plus bas; puis on arrive à des terrains jurassiques, composés en général de calcaire noir et d'argile de même couleur.

§ 403. — Si du Reposoir on s'élève vers le village de **Romme** (1300 mètres), pour descendre de là à Cluses, on pourra s'assurer que la chaîne de la Pointe Percée rejoint celle des Vergy, en voyant, près du village, la structure en fond de bateau, sur une plus petite échelle que celle de la vallée du Reposoir et sans aucune dislocation; le centre en est occupé par le macigno alpin. Ce fond de bateau, qui est complet, est à un niveau bien supérieur à celui du Reposoir (1038 mètres). Il est rare que deux chaînes, aussi nettement séparées que celle de la Pointe Percée et celle des Vergy, se réunissent aussi complétement qu'elles le font à Romme. Cependant des faits de ce genre s'observent dans les environs de St-Claude et d'Oyonnax, département de l'Ain, et M. Gressly en a signalé dans ses *Observations géologiques sur le Jura soleurois*[1]; mais je ne crois pas que dans les Alpes on en ait jamais constaté. Cette remarque vient s'ajouter à celles qui tendent à rapprocher la structure de cette grande chaîne de celle du Jura (§ 355).

Les deux chaînes des Vergy et de la Pointe Percée sont presque réunies sur la rive droite de l'Arve. Cependant celle des Vergy a pour prolongement la voûte du rocher de Cluses (Pl. XIII, fig. 1), et celle de la Pointe Percée se

[1] *Nouv. Mém. de la Soc. helvétique des Sc. nat.*, 1838, II.

continue dans le plateau d'Arache et dans la partie la plus élevée du massif des Fiz (§ 408).

Aux environs de Romme (1300 mètres au-dessus du niveau de la mer), on remarque beaucoup de blocs erratiques, et en descendant de ce village à Cluses, on passe au village de Nancy, près duquel on reconnaît le calcaire nummulitique et le terrain urgonien; à Cluses, on a recueilli de belles *Caprotina ammonia*. Sur la rive gauche de l'Arve et à 150 ou 200 mètres au-dessus de la ville, les blocs de protogine sont très-abondants.

Ici se terminent les courses que j'ai faites dans le grand district des montagnes crétacées de la rive gauche de l'Arve. C'est un de ceux que j'ai eu le plus de plaisir à explorer; les terrains y sont facilement reconnaissables et riches en fossiles; les dislocations du sol y sont grandes et simples (sauf celles de la montagne de Sulens et des Almes). Leur examen fait naître des idées assez positives sur la manière dont les montagnes se sont formées (§ 356). Je ne saurais trop encourager les jeunes géolognes qui débutent dans la carrière des observations, à parcourir cette région. Ils y trouveront, j'en suis persuadé, les mêmes jouissances que celles que j'ai éprouvées, et je serais heureux si les détails que j'ai consignés dans les pages qui précèdent, peuvent leur être de quelque utilité.

CHAPITRE XIX

MASSIF DES FIZ

Limites. De Cluses à Châtillon. Dégagement de gaz. Gypse, trias, § 404. — De Cluses à St-Sigismond. Terrain crétacé renversé, 405.
La Pellaz, macigno, 406. — M. Keferstein. Montagne de Cluses, refoulement, 407. — Escarpement urgonien, terrains divers. Contournements, Arpennaz, 408. — Coupe du château de Bellegarde à la Colonne, 409. — Mine de Pernant (Arache), charbon nummulitique. Auteurs, 410. — Fossiles, 411. — Arbairon. Vernant, demi-cirque, 412.
De la Colonne à Flaine, lac, coupe, terrain crétacé, 413. — Chalet de l'Essex, coupe. Karrenfeld du Désert de Platet, 414. — Gault. Le Traversant blanc. Calcaire nummulitique, 415. — Fort de Platet, vue. Platet, fossiles nummulitiques, 416. — Escarpement de Platet, 417. — Col de la Portettaz. Dérochée. Sales, 418. — Cimes voisines de Sales, dénudation, 419. — Pointe Pelouse, coupe, 420. — Pierre carrée, bloc de spath fluor, forme des couches, 421. — Vue sur le Désert de Platet, 422. — Les Fiz. Brongniart. Buckland. Beudant. De Luc. 423. — Necker, coupe. Il n'y a pas deux couches de gault, 424 et suiv. — Description des Fiz, 425. — Montagne peu solide. Coupe du côté de Servoz. Vue du côté de Sixt, 426. — De Sales à Sixt, craintes d'éboulements. Faucilles du Chantet, Servagny, 427.

§ 404. — La description du massif des terrains jurassiques, crétacés et éocènes de la rive gauche de l'Arve nous ayant conduit jusqu'à Cluses, il est naturel d'en continuer l'étude en suivant leur prolongement sur la rive droite de la rivière dans ce que nous appellerons le district des Fiz. Ce district est limité par l'Arve au S.-O., par le Giffre et le col d'Anterne au N.-E., et il s'étend du col de Châtillon, entre Cluses et Taninge, à la Pointe des Fiz ou Pointe de Sales. Les terrains qui le forment sont les mêmes que ceux du massif des Vergy et de la Tournette (§ 353).

J'ai parcouru le massif des Fiz dans des directions diverses; je parlerai d'abord de la route de Cluses à Châtillon, puis de celle de Cluses à Samoëns par St-Sigismond, Rivière-Enverse et Morillon. Revenant ensuite à Cluses, je décrirai le revers S.-O. de ces montagnes dans les environs du château de Bellegarde, de Pernant, de Vernant, de Flaine, de Platet, et je terminerai par la Pointe Pelouse et les Fiz.

De **Cluses** à **Châtillon** l'on chemine sur la lisière de la grande plaine alluviale de l'Arve, ayant à sa droite d'abord le rocher de Cluses (§ 405), puis des pentes douces de grès et de marnes du macigno alpin. Ce dernier terrain est le prolongement de la masse de même âge, située entre les Vergy et le mont Saxonet, qui forme aussi, près de Cluses, la jolie petite colline du mont Mussel, entourée d'alluvions. Les couches de ce monticule sont dirigées du N. 25° O. au S. 25° E. De Saussure nous dit[1] que leur inclinaison est d'environ 30° en descendant à l'E.

Le **col de Châtillon** est peu élevé au-dessus de la vallée de l'Arve, comme nous l'avons dit (§ 283); il est composé de terrain erratique, limité à l'O. par le lias de la Pointe d'Orchex (§ 281) et à l'E. par quelques rochers de calcaire noir qui forment une crête peu large et que, d'après leur nature, je rapporte au lias. Cette crête liasique touche, du côté de l'E., à une bande de cargneule et de gypse qui aboutit au-dessus de l'église du village de Châtillon.

Près du col, on a signalé[2] un curieux **dégagement de gaz** qui rappelle, sur une petite échelle, ce qu'on raconte

[1] *Voyages*, § 452.

[2] *Courrier des Alpes*, n° du 27 septembre 1855, et mon *Mém. sur les terrains liasique et keupérien*, 1859.

des flammes qui sortent de terre dans les environs du Caucase[1] et au mont Deliktash, l'ancien Olympus de Strabon, phénomène qui avait été observé par Pline[2]. En 1858, le gaz hydrogène carboné, sortait d'un puits creusé jusqu'à seize mètres de profondeur près d'un massif de gypse dans une couche d'argile glaciaire. Ce gaz a servi longtemps, et peut-être sert-il encore, à éclairer les maisons voisines. Pour le conduire à l'endroit où il doit brûler, on ajuste au-dessus des fissures par lesquelles il s'échappe des sarbacanes en sureau. Quelques jours avant ma visite, on avait laissé tomber dans le puits une allumette enflammée, qui avait déterminé une explosion très-forte. Peut-être ce gaz provient-il du terrain houiller de Taninge, qui s'étend vraisemblablement au-dessous du terrain triasique.

Le gypse se montre encore aux Bermattes, dans une carrière voisine de Châtillon, sur le flanc septentrional de la montagne qui domine Rivière-Enverse. De là cet affleurement traverse la vallée; car on retrouve la cargneule dans le ruisseau nommé Valentine, sur la rive droite du Giffre (§ 306). La position de ces cargneules et de ces gypses n'est pas claire; vers Châtillon ils semblent être entre le lias et le macigno alpin des montagnes du S.-E.; près de Morillon ils paraissent dans le macigno alpin associé au grès de Taviglianaz, tous deux très-développés entre Châtillon et Samoëns.

§ 405. — Lorsqu'on se rend de **Cluses** à **St-Sigismond** en longeant le flanc de la montagne, on remarque près de la ville un affleurement de la couche du gault. Il renferme des fossiles qui, d'après le berger qui les montrait à de

[1] D'Archiac, *Hist. des progrès de la géologie*, I, 412 et suiv.
[2] *Ann. de chimie et de physique*, 1823, XXII, 110.

Saussure, étaient le résultat du travail des fées[1]. Necker désigne ce gisement sous le nom de couche de glauconie, enclavée dans du calcaire compacte[2]. Depuis lors on a pu préciser le renversement des divers étages qui composent les **rochers de Cluses.** Les couches plongent sous la montagne dans le bas (Pl. XIII, fig. 4); elles sont verticales dans la partie moyenne et se rapprochent de l'horizontale dans le haut. On y voit les terrains suivants en commençant par la partie supérieure :

Calcaire gris du terrain urgonien *(u)*.

Marne noire du terrain aptien *(ap)* avec de grandes huîtres ; 5 mètres.

Terrain albien ou gault *(a)* qui se compose des couches suivantes :

1. Grès verdâtre, en contact avec le terrain aptien : 1 mètre.

2. Grès verdâtre de couleur plus foncée, avec quelques fossiles, entre autres la *Natica gaultina ;* $0^m,30$.

3. Couche de grès noirâtre, avec de grands fucoïdes : $0^m,30$.

4. Grès d'un vert noirâtre, renfermant de nombreux fossiles du gault, en contact avec la craie.

Enfin, la craie *(c)* au niveau de la plaine, est un calcaire gris mat et presque lithographique.

En continuant à monter le sentier de St-Sigismond, on voit le macigno alpin en couches plongeant sous la montagne. L'ensemble de ce renversement provient de ce que la montagne de Cluses est en forme de voûte resserrée à la base. La figure 1 de la Planche XIII la représente dans son ensemble vue des environs de Nancy, rive gauche

[1] *Voyages,* § 465.
[2] *Bibl. Univ. Sc. et Arts,* 1826, XXXIII, 91.

de l'Arve, et les couches *(a)* sont celles de la figure 4.

Cet arrangement, dont il est important de constater la présence dans des montagnes sédimentaires, se retrouve dans la chaîne du Mont-Blanc (§ 590). J'ai déjà signalé une structure analogue aux monts Vergy (§ 361, Pl. IX, fig. 7); cependant il y a une différence notable entre ces montagnes et celle de Cluses: les couches crétacées, après avoir disparu sous le macigno alpin du revers N.-O. des Vergy, se relèvent pour former les montagnes de l'Eschaut, du Brezon, etc., tandis qu'elles plongent sous le revers de la montagne de Cluses, pour ne plus se montrer au N.-O., quoique les terrains liasiques s'élèvent au-dessus du sol.

§ 406. — De Cluses on peut aller à Samoëns, en passant par St-Sigismond et les hauteurs de la Pellaz (1311 mètres). On reconnaît à la cime de cette montagne, à la Tête Noire et au rocher de Tredon le prolongement en forme de voûte de la montagne de Cluses. La cargneule se montre près du sommet du passage, et il est probable que le grand entonnoir de 12 à 15 mètres de diamètre qui en est voisin, est dû à la dissolution lente du gypse par les eaux de pluie. Le reste de la montagne est composé de macigno alpin et de grès de Taviglianaz. Cette formation constitue, jusqu'à la Pointe Pelouse, la crête du massif situé entre l'Arve et le Giffre. Près du village du Jourdy, en face de Samoëns, on voit paraître les calcaires nummulitiques qui, sans aucun doute, occupent une partie de l'intérieur du massif; ils se montrent aussi près du lac de Gers et entre ce lac et la montagne des Foges; un calcaire marneux de macigno inférieur, renfermant des traces semblables à des fucoïdes, recouvre le calcaire nummulitique. Mais ces trois endroits, le Jourdy, le lac de Gers et les Foges, sont

loin de la route de Cluses à Samoëns. Revenons à Cluses pour explorer le versant S.-O. de ce même massif.

§ 407. — M. Keferstein disait en 1830 : « De Servoz à « Bonneville, tous les rochers sont de flysch[1]. » Aujourd'hui nous donnerons plus de détails, et nous remarquerons, en passant le défilé de Cluses, que la montagne de la rive gauche de l'Arve, formée par la réunion de la chaîne des Vergy à celle de la Pointe Percée, n'a pas une structure régulière. Près de la ville de Cluses l'étage urgonien se montre seul et plus au S.-E. on voit sortir de terre, à mesure que la chaîne s'élève, l'étage néocomien, puis le terrain jurassique.

Sur la rive droite, la **montagne de Cluses** offre, au contraire, la forme d'une voûte presque parfaite. La couche extérieure, qui est urgonienne, renferme des *Caprotina ammonia;* les couches intérieures sont néocomiennes. De Saussure avait distingué ces deux étages, car il disait en parlant des bandes parallèles de rochers : « Les extérieures « sont blanches et épaisses, les intérieures sont brunes et « plus minces[2]. » La forme de cette voûte est tout à fait jurassienne, et il est difficile, si ce n'est impossible, de l'expliquer par un soulèvement agissant de bas en haut sur les roches ; car une force s'exerçant dans ce sens ne peut produire une voûte, à moins que les terrains ne s'étirent ; et même dans cette dernière hypothèse on ne saurait comprendre pourquoi les couches de la base des versants plongent sous la montagne. Un refoulement latéral au contraire explique l'origine de cette structure par le rapprochement de la base des deux versants de la montagne, qui a pour conséquence l'exhaussement du sol.

[1] Férussac, *Bullet.* XXVI, 212 (1831).
[2] *Voyages*, § 450.

Du côté du S.-E., la grande voûte de Cluses est presqu'aussi complète que du côté du N.-O. Elle se termine sur le chemin qui conduit à Arache, et l'étage du gault se voit près de la Frasse. Dans le sentier d'Arache, un peu au-dessus de la plaine, les roches sont assez bouleversées et une faille ramène le terrain néocomien à un niveau supérieur à celui de l'étage urgonien. C'est dans ce dernier terrain que se trouve la **grotte de Balme**, décrite par de Saussure [1], et que je n'ai jamais visitée.

§ 408. — En se dirigeant vers **Arache**, on arrive bientôt sur le plateau incliné où se trouve ce village. Il est situé entre des montagnes de grès de Taviglianaz et de macigno alpin à l'E. et de grands escarpements à l'O.; les roches urgoniennes qui les forment sont la continuation de celles de la Pointe Percée.

Le terrain urgonien, qui est au niveau de la plaine près de Cluses, s'élève toujours davantage en se prolongeant au S.-E., et constitue une partie des cimes élevées de la Croix de Fer et de l'Aiguille de Varens. Il atteint son maximum de hauteur dans la chaîne des Fiz et redescend ensuite rapidement dans la vallée du Giffre, où on le trouve au niveau de la rivière, au passage des Tines (entre Sixt et Samoëns); il y renferme un grand nombre de *Caprotina ammonia*. De là, ce terrain se relève rapidement pour former le Criou et d'autres montagnes (§ 431). Sur cette couche urgonienne qui, dans le massif des Fiz, s'étend comme une espèce de grand plateau fort accidenté, se trouve le gault, la craie, le calcaire nummulitique et d'énormes masses de macigno alpin et de grès de Taviglianaz. Au-dessous du terrain urgonien, l'on voit affleurer le terrain néocomien,

[1] *Voyages*, § 465.

et plus bas le terrain jurassique. Ce dernier se montre au bas du **mont de la Ripaz**, près Magland [1], où j'ai recueilli des *Belemnites* et des *Ammonites* voisines de l'*Ammonites Bakeriæ*, Sow., de l'étage callovien. Ce banc fossilifère n'est pas à la partie supérieure du terrain jurassique, il est surmonté par d'autres couches fort puissantes de cette même formation. Près de Lutz elles s'élèvent brusquement à une très-grande hauteur, jusqu'aux chalets de Véron.

L'étude du terrain jurassique dans cette région est difficile, parce que les couches en sont très-tourmentées. On voit, en effet, deux contournements avant celui de la cascade de l'Arpennaz qui a été décrit par de Saussure; le premier est un demi-cercle dont le dos est tourné aux Alpes; le second, situé à quelques centaines de pas plus loin, est un autre demi-cercle ouvert en face des Alpes, et l'on ignore comment ces deux contournements se rejoignent. Enfin, à un kilomètre plus loin, les couches forment une espèce d'S dont la partie inférieure tourne le dos aux Alpes. Elles sont traversées par la belle cascade de l'Arpennaz, haute de 800 à 900 pieds d'après de Saussure, et qui a été figurée dans son ouvrage, t. I, Pl. IV. J'ai pu m'assurer, en la regardant des montagnes voisines, qu'elle ne coule que sur la partie inférieure du contournement, qui n'est elle-même à peu près que le tiers du contournement total.

§ 409. — On peut examiner la composition de cet énorme escarpement en suivant le sentier pittoresque qui conduit du **château de Bellegarde à la Colonnaz** ou **Colonne**. Au château, le terrain jurassique (*j*, Pl. XIII, fig. 3) est le

[1] Il s'est fait le 25 janvier 1855 un grand éboulement près de Magland (*Journ. des Débats*, 6 février 1855); de Saussure (*Voyages*, § 471) avait déjà signalé dans cette localité des chutes de rochers.

même qu'au nant de la Ripaz. Il est surmonté par le terrain néocomien *(né)* avec des *Echinospatagus cordiformis*, Breyn., puis on atteint l'étage urgonien *(u)* à *Caprotina ammonia* et à *Nerinea Renauxiana*[1]; l'épaisseur de ces deux terrains est d'environ 532 mètres[2].

L'étage aptien *(ap)*, formé d'une marne noire dure, occupe un plateau où se trouve une grange; au-dessus, on rencontre un petit escarpement composé, de bas en haut, des couches suivantes :

1. Grès siliceux et calcaire verdâtre; 10 mètres.
2. Grès marneux noir, schisteux, à fucoïdes; 5 mètres.
3. Grès siliceux verdâtre; 3 mètres.
4. Grès noirâtre du gault fossilifère *(a)* avec calcaire chlorité; 3 mètres. A la surface se présente un nouveau plateau avec une nouvelle grange, et la couche coquillière du gault suit pendant quelque temps le grand escarpement du bord de la montagne.

Au-dessus de cette dernière couche se retrouve un escarpement formé d'un calcaire à rognons, gris cendré, de 100 mètres de puissance environ, qui appartient probablement à la craie *(c)*. Au delà du village de **la Colonne**, ce calcaire se redresse contre la côte d'Arbairon, puis cesse, et

[1] Ce fossile a été recueilli par M. V. Payot de Chamonix dans un bloc tombé près de Magland.

[2] J'ai mesuré, au moyen du baromètre, la hauteur de la partie supérieure du terrain urgonien près de la Colonne: elle est à 1057 m. au-dessus du niveau de la mer. Pour trouver le niveau de la base du terrain néocomien que je n'ai pas mesurée, on peut procéder de deux manières par estimation. 1° D'après l'inspection du sol, cette base me paraît être à 30 mètres au-dessus de Cluses, dont l'élévation est 490 m., ce qui donnerait 520 mètres. 2° Elle semble être aussi au niveau des prairies de la base du Nant d'Arpennaz, qui, d'après de Saussure, sont à 526 mètres. On peut donc admettre qu'elle est à 525 m. au-dessus du niveau de la mer. L'épaisseur du terrain néocomien et du terrain urgonien est donc 532 m.) et je pense que la puissance de chacun de ces terrains est la moitié de cette épaisseur totale.

il est remplacé par un calcaire sableux, siliceux, noir, redressé en sens contraire, qui est probablement jurassique *(j)*. Ce dernier est dominé par un calcaire noirâtre *(n')* qui paraît être néocomien, et que recouvre le terrain urgonien *(u)*; mais je dois avouer que j'ai quelques incertitudes sur la partie de la coupe au-dessus de la Colonne. A ce village, deux chemins se présentent : l'un conduit à la mine de Pernant, l'autre à Flaine et aux Déserts de Platet. Occupons-nous d'abord du premier, et nous décrirons plus tard le second (§ 413).

§ 410. — La **mine de charbon de Pernant** (commune d'Arache) est située sur la rive droite d'un ravin voisin de la Colonne, où l'on voit que la couche de charbon est superposée à la craie. Lorsqu'on suit le chemin de la mine à Arache, on reconnaît que le calcaire à *Nummulites Ramondi*, Defr., repose sur cette même couche, et qu'il est lui-même inférieur au macigno alpin et au grès de Taviglianaz. Voilà donc la position de ce charbon bien fixée, à la base du terrain nummulitique et au-dessus de ce qu'on appelle la craie dans les Alpes.

Cette mine de Pernant était déjà connue en 1750, époque à laquelle la célèbre Mme de Warens forma une société pour l'exploiter, ainsi que quelques autres mines de la Savoie[1]. L'augmentation croissante du prix du bois à Genève avait souvent préoccupé le Petit Conseil de cette ville, et M. de Saussure fit en 1769, à la fête des Promotions du collége de Genève, un discours dans lequel il attira l'attention du public sur ce sujet. En 1778, M. Senebier, s'occupant de cette question, mentionne la mine d'Arache et montre que

[1] Mortillet, *Géol. et Min.*, 28. — Grillet, *Dict.*, I, 315.

l'emploi du charbon de pierre n'a aucune influence nuisible sur la santé [1].

M. Necker a décrit cette mine en 1826 [2]. D'après lui, l'épaisseur du charbon est de six pieds; il alterne avec des calcaires carburés et a pour lit un calcaire arénacé, argilo-ferrugineux, lequel repose sur un banc de calcaire bitumineux brun, à grain fin, tout à fait analogue au calcaire à cérithes des Diablerets.

En 1847, je dis quelques mots de cette mine, et je signalai sa position par rapport au calcaire nummulitique [3]. Je fis remarquer que ce charbon appartient à une couche dont il ne reste plus que des lambeaux épars dans les localités suivantes : au Titlis à la limite des cantons de Berne et d'Unterwald [4]; sur les hauteurs du Beatenberg et d'Habkern au N. du lac de Thoune [5]; au Mittaghorn près de Frutigen; aux Diablerets; puis, comme je l'ai dit, au Petit Bornand (§ 364), à Champ-laitier (§ 369), à Montmin (§ 377) et à Entrevernes (§ 385).

La distance qui sépare ces localités et l'absence de la couche de charbon dans les points intermédiaires, attestent de très-grandes dénudations. En 1853, M. le professeur Studer [6] décrivit la mine de Pernant. Il fit connaître les noms de quelques-uns des fossiles qui s'y rencontrent, et qui avaient été déterminés par M. Deshayes. Ce sont les suivants :

[1] *Journal de Genève*, 24 nov. 1787, p. 70, 78, 100 et 103. — Dans le *Journ. des Mines*, an III (1795), I, 47, on dit que cette mine fut découverte en 1774.

[2] *Bibl. Univ. Sc. et Arts*, 1826, XXXIII, 90.

[3] *Bullet. Soc. géolog. de Fr.*, 1847, IV, 999, et *Archives*, 1847, V, 123.

[4] Studer, *Mém. Soc. géol. de France*, 1re sér., III, 394. La couche n'est qu'un schiste carburé.

[5] Studer, *idem*, 333.

[6] *Geol. der Schweiz*, II, 90, et *Mittheil. der nat. Ges. in Bern* 1856, 43.

Corbula striata, Lam ?
Cytherea Villanovæ, Desh.
Cyrena Studeri, Desh.
Natica.
Fusus subcarinatus, Lam.
Cerithium plicatum, Lam.

M. de Mortillet[1] donna une coupe indiquant la position géologique de cette couche, qu'il nomme couche à *Cerithium plicatum*, Brong. D'après lui, le charbon présente une épaisseur de $2^m,50$. Il repose sur le terrain sénonien, et il est recouvert par la couche à *Nummulites Ramondi*, Defr. Plus tard, M. Sismonda a dit quelques mots[2] de ce gisement, et j'ai présenté quelques observations à ce même sujet[3].

M. Sismonda croit que le charbon de Taninge (§ 301) et celui de Thorens (§ 254) sont à peu près de même âge que celui de Pernant. Aussi a-t-il recherché des fougères dans ce dernier, mais il n'en a pas trouvé. Ce charbon, qui a été formé dans un temps très-éloigné de l'époque houillère, ressemble cependant à la houille par ses propriétés physiques. « Il est noir, luisant, tachant les doigts, se réduisant « très-facilement en fragments, dit M. de Mortillet, brûlant « avec flamme et donnant parfois de l'odeur de soufre[4]. »

§ 411. — J'ai extrait la liste des espèces fossiles de Pernant d'un travail important que MM. Hébert et Renevier ont publié sur les fossiles du terrain nummulitique supérieur des environs de Gap, des Diablerets et de quelques localités de la Savoie[5]. Ils appartiennent aux espèces suivantes :

[1] *Bull. Soc. géol. de France*, 1854, XI, 341. — *Bullet. de l'Institut national genevois*, 1854, n° 2, 101. — *Géol. et Min. de la Savoie.*

[2] *Comptes rendus*, 1857, XLV, 612, 942 et 947.

[3] *Archives*, 1858, I, 165.

[4] Combustibles minéraux de la Savoie. *Associat. florimontane d'Annecy.* 3 nov. 1854.

[5] *Bull. de Soc. statist. du départ. de l'Isère*, 2e série, III, 1854.

Natica Studeri, Quenst. Deshayes, Environs de Paris sous le nom de N. mutabilis.
» angustata, Grat.
Chemnitzia lactea, Brug. Deshayes, Environs de Paris sous le nom de Melania lactea.
Cerithium plicatum, Brug.
» elegans, Desh.
» Castellini, Brong.
» conulus, Brug.
Fusus polygonatus, Brug.
Murex, sp.? (ma collect.)
Venus, sp.? (id.)
Cytherea incrassata, Sow.
» Villanovæ, Desh.
Cyrena convexa, Brong. C. Studeri, Desh.

§ 412. — Dans l'espace qui sépare la mine de Pernant du **lac de Vernant** on peut s'assurer de la superposition du macigno alpin au calcaire nummulitique, près de la côte d'Arbairon, grande montagne qu'on voit à droite et dont le prolongement disparaît sous le grès de Taviglianaz dans le sentier même du lac. Ce grès et le macigno s'élèvent jusqu'aux Grands Vents au-dessus du lac Vernant, et lorsqu'on passe sur le revers oriental du massif pour descendre à Samoëns par la combe de Vacconant, on les foule aux pieds jusqu'à la roche nummulitique du Jourdy, qui est probablement le prolongement de la côte d'Arbairon.

Les eaux du lac Vernant sont retenues par une moraine d'ancien glacier, à 1840 mètres au-dessus du niveau de la mer. Il fallait donc que la montagne des Grands Vents, qui n'a pas de neige en été, en ait eu assez jadis pour former un glacier. Ces montagnes sont cependant moins élevées que la Pointe Pelouse qui n'en est pas éloignée, et qui n'atteint que 2517 mètres d'altitude. La présence de cette

moraine nous démontre donc, comme celles des Confins (§ 396), qu'il y a eu anciennement un abaissement dans la limite des neiges éternelles; mais elle n'atteste pas un changement considérable.

Il y a dans le massif des Fiz quelques vallons, tels que ceux de Vernant, de Vacconant et de Gers, dont l'apparence est à peu près celle d'un demi-cirque. Il est possible que l'origine première de cette forme soit la rupture des couches d'une voûte produite lors de l'exhaussement des montagnes; c'est ainsi qu'ont été faits quelques cirques de la chaîne du Jura, entre autres celui qui est à l'O. du Fort-de-l'Écluse. Mais l'action qui a le plus puissamment contribué à donner à ces vallons la forme de cirques, est sans aucun doute celle qui provient des agents atmosphériques, parce qu'ils ont agi sur des roches facilement décomposables[1].

§ 413. — Je reviens maintenant au village de la Colonne, où je suis arrivé par le sentier du château de Bellegarde, et je me dirige du côté du **lac et du chalet de Flaine.** Avant d'arriver au lac, se trouve un col élevé d'environ 30 mètres au-dessus de ce petit bassin; il le ferme complétement, en sorte que l'eau n'a pas d'issue visible. Ce lac a été anciennement plus étendu que maintenant. Il est profondément encaissé de deux côtés entre d'énormes escarpements qui appartiennent, je pense, aux deux étages néocomiens. Son aspect est si bizarre que Bertrand le nomme « un réduit unique dans son espèce[2], » et de Saussure nous

[1] Quelques naturalistes se sont occupés de ces cirques. Voy. Studer. *Mém. Soc. géolog. de Fr.*, 1844, I, 321. — Desor, *Nouvelles excursions et séjours dans les glaciers*, 1845, 29, etc. M. Desor les croyait formés par affaissement, et M. Guyot par écartement. *Bull. Soc. Neuchâtel*, 19 février 1845.

[2] *Renouvellement périodique des continents terrestres*. Paris, an VIII, 189.

dit: « Si des fées ont jamais régné sur ces montagnes, sans « doute l'une d'entre elles, qui avait quelque pente à une « douce mélancolie, s'était formé cette romantique re- « traite [1]. »

Après le lac, on arrive sur un grand plateau fortement incliné, occupé par des bois, des pâturages et des rochers. Ces derniers remontent jusqu'au sommet du Désert de Platet. Ce Désert, du côté de Flaine, est situé entre la chaîne de la Pointe Pelouse et le massif des aiguilles de la Croix de Fer et du Haut de Véron.

Le gault se montre sur plusieurs points, à gauche du sentier, avant d'arriver aux chalets de Flaine (1687 mètres au chalet inférieur). Il est placé, comme toujours, entre la craie, calcaire gris en rognons, et l'urgonien, autre calcaire gris compacte. La coupe suivante s'observe près des **chalets de Flaine** (Pl. XIII, fig. 2), en allant de haut en bas :

1. Grès de Taviglianaz et macigno alpin, formant la chaîne de la Pointe Pelouse à la Pointe Veret *(ma)*.

2. Calcaire blanc (noir intérieurement) à *Nummulites Ramondi*, Defr.; il supporte l'un des chalets de Flaine *(nu)*.

3. Grès et calcaire sableux à *Orbitolites sella?* *(nu')*.

4. Calcaire noirâtre à l'intérieur, blanc à l'extérieur et schisteux *(c)*.

5. Calcaire gris noir, solide, avec taches d'argile durcie, luisante *(c')*; ces deux dernières assises représentent la craie.

6. Terrain albien *(a)* se composant des couches suivantes :
   Grès verdâtre, noir, à fucoïdes *(1)*.
   Gault fossilifère *(2)*.
   Calcaire gris à veines siliceuses, sur lequel repose le chalet du Nichet; inférieur au précédent *(3)*.

[1] *Voyages*, § 468.

Grès blanc recouvert de sapins *(4)*.

7. Terrain urgonien, calcaire gris très-puissant *(u)*.

§ 414. — Lorsque du chalet de Flaine on se rend à celui de l'Essex par le chemin que suivent ordinairement les vaches, on marche fort près de la couche du gault, qui en différents endroits est riche en fossiles. Entre ce chalet et la chaîne du N.-E., qui se termine par la Pointe Pelouse, on observe la coupe suivante que je donne de haut en bas :

1. Grès de Taviglianaz et macigno alpin; grande épaisseur.

2. Calcaire noir, schisteux, sans fossiles (probablement calcaire nummulitique); 100 mètres.

3. Calcaire blanc à *Nummulites Ramondi;* 25 mètres.

4. Calcaire noir, marneux, à *Cerithium;* 20 mètres.

5. Calcaire siliceux à *Orbitolites sella;* 15 mètres.

6. Poudingue nummulitique; 15 mètres?

7. Terrain de craie, représenté par un calcaire schisteux dans le haut, un poudingue calcaire avec des rognons de silex dans la partie moyenne, et un calcaire en rognons dans le bas. Le tout a environ 100 mètres de puissance : le chalet de l'Essex est bâti sur un petit plateau, au bas de la pente formée par ces roches calcaires.

Au-dessous vient le terrain albien composé des couches suivantes :

8. Grès verdâtre; 5 mètres.

9. Calcaire gris; 15 mètres.

10. Gault; moins d'un mètre.

11. Grès verdâtre; 5 mètres.

12. Grès blanc; 5 mètres.

13. Calcaire gris avec veines siliceuses, prenant l'aspect d'une brèche, traces d'*Orbitolites*, aptien?

14. Terrain urgonien.

En allant du chalet de l'Essex au col de Platet, on suit longtemps la couche de gault qui est bien développée près du point où le sentier tourne brusquement à droite. On y voit la coupe suivante de haut en bas :

1. Le calcaire nummulitique qui constitue une grande partie du désert de Platet.
2. La craie.
3. Le terrain albien composé des couches suivantes :
   a. Grès noirâtre à fucoïdes.
   b. Grès vert et gault.
   c. Grès blanc.
4. Calcaire blanchâtre.
5. Grès verdâtre sans fossiles (marnes aptiennes?).
6. Calcaire blanc à *Orbitolites*, aptien?
7. Enfin le terrain urgonien ou calcaire gris à *Caprotina ammonia*.

On chemine dans ce sentier entre deux *Karrenfelder* fort considérables ; ce sont deux plateaux inclinés, extraordinairement crevassés. Celui de droite, qui est entre le sentier et la montagne de la Croix de Fer, est de calcaire urgonien, tandis que celui de gauche, qui est de calcaire nummulitique, forme une grande voûte (Pl. XIII, fig. 6 du bas de la planche) dont une des pentes est du côté de Flaine et l'autre du côté de Sales. Ces deux *Karrenfelder* occupent une étendue considérable et ressemblent à un glacier crevassé et pétrifié. Les traversées des *Karrenfelder* sont aussi pénibles que celles qui se font sur la glace (§ 371).

§ 415. — Depuis l'époque de de Saussure, on connaît la couche de gault dans le massif de la **Croix de Fer** et du **Haut de Véron**[1]. Je ne l'ai examinée que de loin ; je

[1] *Voyages*, § 469.

crois qu'elle affleure sur tout le pourtour du massif un peu au-dessous du sommet, et que le terrain nummulitique occupe probablement la crête.

La première fois que j'allai du chalet de l'Essex au col de Platet (2331 mètres), je fus entouré d'un épais brouillard; mes guides et moi, nous eûmes quelque peine à nous tirer d'affaire. La seconde fois, je gravis le Traversant blanc ou Fort de Platet (d'après la carte sarde au $\frac{1}{50000}$). N'ayant pu prendre moi-même de coupe satisfaisante, je reproduis celle de M. Necker[1]; elle se compose des couches suivantes de haut en bas :

1. Grès quartzeux du château de Cran, ou grès de Taviglianaz. Il est à une certaine distance du col de Platet.
2. Calcaire schisteux.
3. Calcaire compacte, parsemé de rognons de fer hydraté.
4. Calcaire à grains verts, foncé, sans coquilles déterminables.
5. Calcaire gris foncé, carburé.
6. Calcaire fétide, rempli de grains de quartz et contenant des nummulites, peignes, cérithes, mélanies, caryophyllies.
7. Grès vert compacte, ou calcaire à grains verts, sans coquilles, avec cristaux de quartz.
8. Couche épaisse de calcaire gris foncé, carburé, avec rognons de silex; se trouve au col de Platet.
9. Couche de calcaire à grains verts, avec turrilites, hamites, oursins, etc.
10. Calcaire gris foncé, blanc à l'extérieur.

Il est évident que, dans cette coupe, les six premières couches sont de l'époque nummulitique, la septième et la

[1] *Bibl. Univ.*, *Sc. et Arts*, 1826, XXXIII, 87.

huitième de l'époque de la craie, la neuvième de l'époque albienne, et que la dixième est urgonienne.

§ 416 [1]. — En gravissant le **Traversant blanc** ou **Fort de Platet,** un peu à l'O. du col, on voit le gault fossilifère sous une épaisseur énorme de calcaire gris noir, plus ou moins schisteux, sans fossiles; dans sa partie supérieure, cette dernière roche renferme des rognons de fer qui, en se décomposant, laissent des cavités semblables à des trous de pholades. Cette grande épaisseur de calcaire appartient probablement à la craie et au terrain nummulitique, et la partie supérieure correspond à la couche n° 3 de la coupe précédente.

Mon guide ne connaissant pas ces localités, nous prîmes une mauvaise direction pour nous rendre à l'Aiguille de Varens et nous atteignîmes la **Tête du Colonnet** (2688 mètres) à l'O. des chalets de Platet. De ce point élevé, la vue s'étend sur toutes les montagnes du Chablais jusqu'à la Cornette de Bise, sur la Dent du Midi, les montagnes de Sixt, le Grenier, le Buet, le Taneverge du Buet, la Pointe des Fiz et sur la chaîne entière du Mont-Blanc. Je dominais la Croix de Fer et le Haut de Véron. Mais la vue de l'énorme voûte à l'état de *Karrenfeld*, qui forme le Désert de Platet, fut pour moi un point nouveau dans ce beau panorama. La partie supérieure de cette portion du Désert est formée de calcaire nummulitique surmontant les terrains sur lesquels il repose ordinairement; il se prolonge sous les montagnes de la Pointe Pelouse, des Fiz et de la Portettaz, composées de grès de Taviglianaz.

La pente méridionale du Fort de Platet est parsemée de débris, dans lesquels les fossiles du terrain nummulitique

[1] C'est par erreur que dans l'Atlas la fig. 6 du bas de la Pl. XIII renvoie ce paragraphe; il en est parlé dans le § 414.

sont très-abondants. On en trouve également beaucoup dans une grande dépression entre les chalets et le col de Platet. La liste suivante indique les noms des espèces les plus répandues dans ce terrain; je les ai recueillies durant trois courses dans ces localités.

Fossiles du terrain nummulitique du Platet[1].

Turritella imbricataria, Lam., se trouve également dans d'autres localités. (Grignon. Parisien A, d'Orb.; calc. grossier et des var. dans les sables infér. du Soissonnais et de Bracheux, d'Archiac, III, 285. Ronca.)

Natica angustata, Grat. (Dax. Gaas. Falunien A, d'Orb.)

Natica depressa? Sow. (Chaumont. Parnes. Parisien A, d'Orb.; sables infér. et calc. grossier, d'Arch. III, 281.)

Natica crassatina? Lam. (Versailles. Dax. Gaas. Falunien A, d'Orb.; marnes mar. supér., d'Arch. III, 280.)

Natica (autres espèces).

Cerithium bicalcaratum? Brong. (Cuise-Lamotte, Suessonien, d'Orb. Ronca, d'Arch. III, 287.)

Cerithium plicatum, Brug. (Montmorency, Dax, Falunien A, d'Orb. St-Paul, Falunien B, d'Orb.; Ronca, Marnes supér., d'Arch. III, 288.)

Cerithium elegans, Desh. (Versailles. Falunien A, d'Orb. Marnes mar. supér., d'Arch. III, 287.)

Cerithium corrugatum? (Ronca, Suessonien, d'Orb.)

Terebra vulcani, Brong. (Ronca, Suessonien, d'Orb., d'Arch. III, 29[illegible])

Murex, sp.?

Venus, sp.?

Cytherea incrassata, Desh. (Marnes mar. supér., d'Arch. III, 261.)

Cytherea Villanovæ, Desh.

Cyrena convexa, Brong.

Cyrena alpina? d'Orb.

Cardium granulosum, Lam. (Grignon, etc. Parisien B, d'Orb.)

Pecten, sp.?

[1] M. Renevier a eu l'obligeance de déterminer la plupart de ces fossiles.

Trochocyathus cyclolitoïdes, Edw. et H. (Nice, Suessonien B. d'Orb.)
Trochocyathus van den Heckei, Edw. et H. (Nice et Gap., d'Arch. 227.)
Nummulites Ramondi, Defr. (Localités diverses, d'Arch. III, 244.)

§ 417. — Au pied de l'aiguille de Platet se trouve une autre dépression dans laquelle les couches du terrain urgonien sont redressées contre l'aiguille, et surmontées par le gault.

Les **chalets de Platet** sont très-misérables, et les montagnes voisines peu riches en pâturages. Le sentier qui en descend dans la vallée de l'Arve est tracé avec une grande hardiesse : les mulets ne peuvent le suivre, mais les vaches y passent. Près du bord de l'escarpement se montre le terrain nummulitique; au-dessous vient une grande épaisseur de calcaire schisteux se rapportant probablement à la craie; le gault manque. Ensuite on trouve le terrain urgonien, le néocomien et le terrain jurassique. C'est peut-être de là que proviennent une *Ammonites Bakeriæ* et une bélemnite recueillies au Platet, et conservées dans la collection de M. Renevier.

§ 418. — Des chalets de Platet on passe le **col de la Portettaz** (2381 mètres) pour aller dans le vallon de Sales. L'aiguille de la Vuardaz au N. et celle de la Portettaz au S., s'élevant à 100 mètres environ au-dessus du passage, font partie d'une arête de montagne composée de couches contournées de grès de Taviglianaz. Un peu à l'E., dans la partie supérieure du vallon de Sales, le calcaire nummulitique a formé un grand éboulement, et plus à l'E. encore, on remarque l'**aiguille de la Dérochée** ou Dérotzia, à côté du col de ce nom. C'est de là que partit en 1751 le gigantesque éboulement, qui fit croire aux gens de la vallée de Servoz que la fin du monde approchait. D'autres, plus instruits, crurent qu'il s'était ouvert un volcan dans cette

localité, et le savant Donati fut envoyé de Turin pour l'examiner, à ce que raconte de Saussure[1].

Les chalets de Sales (1880 mètres), construits au nombre d'une centaine vers le milieu du vallon de ce nom, ne sont pas attrayants; ils sont entourés d'un vrai rempart d'immondices. Lorsqu'on y arrive par un beau jour d'été, l'on est surpris de trouver tant de gens et tant de bruit à cette élévation. Les bergers chantent une lente mélodie, les voix criardes des bergères se font entendre au loin. Les uns et les autres se répondent par de longs éclats de rire, répétés par les échos. Les cloches des vaches, le mugissement des taureaux, le grognement des pourceaux et le bêlement des chèvres produisent un singulier vacarme dans cet endroit sauvage.

§ 419. — Cette petite vallée est dominée au N.-O. par la Pointe Pelouse (2517 mètres), au S. par la Tête de la Vuardaz dont j'ai parlé, et à l'E. par les rochers des Fiz dont la cime la plus élevée est la Tête à l'Ane ou **Pointe de Sales**, à laquelle on assigne une élévation de 3180 mètres (§ 425). La Pointe Pelouse, la Vuardaz et la Tête à l'Ane, sont composées de macigno alpin et de grès de Taviglianaz. Ces roches font défaut dans le Désert de Platet et dans l'espace qui s'étend entre ces pointes. Il est évident qu'elles en ont été enlevées, et nous avons ici une nouvelle preuve de la présence de dénudations considérables dans les hautes montagnes.

§ 420. — Une course intéressante à faire, en partant des chalets de Sales, est celle de la **Pointe Pelouse**, située

[1] *Voyages*, § 493. Des éboulements plus ou moins grands ne sont pas très-rares dans ces montagnes; ce fut l'un d'eux qui, en 1837, combla le petit lac de Chède, l'un des plus jolis endroits de la route de Genève à Chamonix.

au N.-O. Les chalets sont bâtis sur le terrain urgonien, et l'affleurement du gault fossilifère les entoure du côté du S., en sorte qu'on le voit à droite et à gauche de la partie septentrionale du vallon de Sales, et qu'on le trouve sur le sentier qui conduit à la Pointe Pelouse. Mais je préfère indiquer la coupe en commençant par le haut; les couches se succèdent dans l'ordre suivant, entre la Pointe et les chalets :

1. Grès de Taviglianaz de la Pointe Pelouse (2517 mètres, Pl. XIII, fig. 6 du milieu de la planche). Il présente une fausse apparence de division en colonnes, qui rappelle celle des roches volcaniques, quoiqu'il alterne avec des schistes argileux micacés, doux au toucher, très-peu effervescents avec les acides. Ces schistes présentent quelquefois des traces semblables à des empreintes de fucoïdes. Ils forment le sommet de la Pointe. Lorsqu'on regarde avec soin le grès de Taviglianaz, l'on voit qu'il présente des taches arrondies d'un vert plus ou moins foncé, dont quelques-unes sont blanchâtres, et l'on se rappelle alors ce qu'écrivait, il y a quelques années, M. Becquerel : « Quand « les basaltes ou les phonolites commencent à se décom- « poser, disait-il, elles se parsèment d'une multitude de « petites taches grises, plus ou moins rapprochées et rayon- « nantes, ayant un aspect terreux [1]. »

2. Schiste calcaire noir du macigno alpin.

3. Calcaire avec *Nummulites contorta?* Desh.

4. Calcaire gris noir à *Nummulites Ramondi*, Defr., *N. striata? Orbitoides sella*, d'Arch.

5. Calcaire argileux noirâtre à *Cerithium*, *Trochocyathus*, voisin du *T. alpinus*, etc.

[1] *Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, 1845, XX, 1514.

6. Grès nummulitique.

7. Poudingue nummulitique.

8. Calcaire gris ou craie.

9. Gault très-riche en fossiles, dont l'affleurement descend peu à peu jusqu'aux chalets de Sales.

10. Grès vert sans fossiles.

11. Grès jaunâtre ou calcaire sableux, avec beaucoup de fossiles méconnaissables, polypiers en relief; peut-être est-ce l'étage aptien?

12. Calcaire gris avec fossiles, *Caprotina Lonsdalii* ?

13. Grès siliceux blanc, et jaunâtre lorsqu'il est altéré.

14. Terrain urgonien des chalets de Sales.

15. Terrain néocomien, se voyant dans le sentier de Sales à Sixt.

16. Terrain jurassique ayant une grande épaisseur.

§ 421. — J'ai parcouru à trois reprises différentes l'espace compris entre la Pointe Pelouse et le vallon de Sales. Le haut est un grand plateau qui, si je ne me trompe, se nomme **Pierre carrée.** Il se joint au Désert de Platet, et se termine du côté du vallon de Sales par des escarpements très-abruptes. Je désirais trouver un gros bloc de chaux fluatée, d'un gris verdâtre et d'environ deux mètres de côté dans les trois dimensions, qui a été vu sur ce plateau non loin de la Pointe Pelouse. La personne, tout à fait digne de foi, qui l'avait observé a eu l'obligeance de m'en apporter un fragment. Voici le renseignement qu'elle m'avait donné : « Lorsqu'on passe à 600 ou 800 pas de la Pointe « Pelouse, du côté de l'E., on chemine à peu près du N. « au S., parallèlement au vallon de Sales; on trouve une « grande crevasse dirigée à peu près de l'E. à l'O., à l'ex- « trémité occidentale de cette crevasse repose le bloc de

« chaux fluatée[1]. » J'ai cherché en vain ce bloc, du ravin des Foges, où l'on voit le grès de Taviglianaz superposé au calcaire marneux à fucoïdes du macigno alpin, jusqu'aux environs de l'aiguille de la Portettaz; peut-être d'autres observateurs réussiront-ils à le découvrir.

Les couches du massif qui sert de base à la Pointe Pelouse, plongent au N.-O. d'une manière irrégulière et rapide, de telle sorte que le terrain urgonien des chalets de Sales se retrouve dans la vallée au passage des Tines, entre Sixt et Samoëns, avec de belles *Caprotina ammonia*. Le calcaire nummulitique est un peu au-dessus; on le voit à la montagne des Foges; on l'observe un peu en aval du charmant lac de Gers, où il renferme le *Nummulites Ramondi*, Defr., et l'*Orbitoides sella*, d'Arch. De là il descend près de N. D. des Grâces, pour se relever ensuite au Jourdy, au S. de Samoëns.

§ 422. — Du sommet de la Pointe Pelouse, la vue s'étend sur tout le **Désert de Platet.** Ce nom de Désert convient à cet endroit; car il est impossible de voir une région plus triste, plus sauvage et plus désolée que celle qui s'étend de Flaine à Sales et de la Pointe Pelouse aux chalets de Platet. Elle est sillonnée par une multitude de crevasses, ayant jusqu'à 15 ou 30 mètres de profondeur, dirigées, en général, dans le sens de la pente du terrain. Les arêtes qui les séparent sont souvent étroites, et les flancs en sont rayés de petites cannelures en forme de coups de gouge, qui sont certainement en voie de formation sous l'influence de l'eau atmosphérique. Ce *Karrenfeld* ressemble à celui du Parme-

[1] Ce gisement, celui du Salève, celui du Sentis (§ 229), et ceux de la chaîne du Mont-Blanc qui sont dans les roches cristallines, montrent que cette substance s'est formée aussi bien dans les roches de sédiments que dans les roches dites primitives.

lan; mais il est plus grand, et il est dans le calcaire nummulitique, dans la craie et dans le calcaire urgonien.

§ 423. — La **montagne des Fiz**, à l'E. des chalets de Sales, est une localité classique dans l'histoire de la géologie. En effet, en étudiant les fossiles qui y avaient été recueillis, le génie d'**Alexandre Brongniart** donna une impulsion puissante à la paléontologie. Dans un mémoire justement célèbre[1], cet illustre savant identifiait pour la première fois, sous le rapport de l'âge et au moyen des fossiles, des terrains placés à une grande distance les uns des autres. On sait qu'il démontra la contemporanéité de la formation des couches de gault des Fiz, de la Perte-du-Rhône, de la Normandie et du S. de l'Angleterre; et quoique maintenant on puisse peut-être faire quelques objections à ces rapprochements, la base de la paléontologie n'en fut pas moins solidement établie.

Cependant **Buckland**, dans un mémoire publié un peu avant celui de Brongniart, identifiait dans son esprit le grès vert des Fiz à celui d'Angleterre; il disait: « Un calcaire « sablonneux de couleur foncée, parsemé de grains de terre « verte, et contenant abondamment les mêmes corps orga- « nisés fossiles que l'on trouve dans la formation du *grès* « *vert* d'Angleterre, particulièrement près de Folkestone. « occupe une étendue considérable dans la Savoie et dans « la Suisse, où il est placé sur le calcaire à oolithes; il con- « stitue les couches les plus récentes du calcaire alpin nou- « veau, et forme les sommets des montagnes de Varens, du « Buet, de la Dent de Morcle et des Diablerets, etc.[2] »

[1] Sur les caractères zoologiques des formations, *Ann. des Mines*, 1821. VI, 557. Ce travail contient plus de détails que la *Description géologique des environs de Paris*, in-4°, 1822, p. 99, où cependant il est reproduit.

[2] *Annals of philosophy*, juin 1821, et *Journ. de physique, de chimie et d'hist. nat.*, juillet 1821, XCIII, 26.

M. Brongniart, en fixant la contemporanéité de certaines couches du terrain crétacé avec plus de détails que Buckland, fit faire un grand pas à la science. Son idée était si naturelle et si philosophique, qu'elle trouva peu de contradicteurs. Elle datait de son voyage en Suisse en 1817. M. Beudant, qui avait visité la montagne des Fiz en 1818, donna quelques notes à M. Brongniart, et plusieurs Genevois lui fournirent aussi des matériaux pour ses recherches. M. **J.-A. De Luc** fut celui qui, je crois, lui procura le plus de renseignements. Il connaissait les fossiles des Fiz depuis 1815, et l'idée qui fait le fond du travail de Brongniart avait déjà traversé son esprit : « Je fus frappé, dit-il, « de la ressemblance de plusieurs espèces de ces fossiles « avec celles que l'on trouve à la Perte-du-Rhône et à « Folkestone sur la côte du comté de Kent, à l'O. de Dou- « vres. Je me bornai à faire connaître ces rapprochements « aux naturalistes de Genève et à M. Brongniart, lors de « son passage à Genève en 1817[1]. » M. De Luc était trop modeste pour revendiquer la moindre part de la gloire acquise à Brongniart par cette importante observation. M. Brongniart raconte dans une note que M. **Beudant** a trouvé aux Fiz *un calcaire gris blanchâtre, grenu, micacé et sableux, analogue à la craie tuffeau et renfermant des débris de coquilles indéterminables*. Je ne crois pas qu'on ait jamais indiqué la relation de cette roche avec la couche de gault, et M. **d'Archiac**[2] paraît certain que cette couche représente l'assise de la craie, que M. Murchison a reconnue bien des années plus tard à Thônes (§ 374). Il nous semble cependant que le rapprochement fait par le savant géo-

[1] Notice sur un envoi fait au Musée de Genève des fossiles de la montagne Ste-Catherine près Rouen. *Bibl. Univ., Sc. et Arts*, 1825, XXVIII, 116.

[2] *Hist. des progrès de la géologie*, IV, 578.

logue anglais a eu, dès le premier moment, un caractère incontestable de certitude; tandis que l'observation de Beudant rapportée par Brongniart manque de précision; nous ne saurions y attacher une grande importance.

§ 424. — On pourrait aussi réclamer pour **Necker** la priorité des observations sur la craie des Alpes; car il a signalé avec beaucoup d'exactitude, dans la coupe des Fiz, des bancs de calcaire gris, au-dessus de la couche du gault; mais on ne sait si le parallélisme était établi, à ses yeux, entre ce calcaire et la craie. D'ailleurs Necker, qui a décrit les Fiz, en a donné une coupe que je reproduis, quoiqu'il me paraisse évident que ce savant et habile observateur a été mis en défaut par quelque pli du terrain ou par une circonstance que je ne puis comprendre. Le point faible de cette coupe me paraît être la présence de deux couches de gault identiques l'une à l'autre et séparées par une grande épaisseur de roches. Or, jamais dans ces montagnes, ni ailleurs il n'y a eu deux couches semblables, à moins qu'elles n'aient été amenées dans cette position par des dislocations; mais alors ce sont deux affleurements d'une même couche et non pas deux couches d'âges différents. Quoi qu'il en soit, voici la coupe donnée par M. Necker; je la suis de haut en bas[1] :

1. Grès quartzeux de l'aiguille de l'Ane (sommet des Fiz).

2. Calcaire sableux schisteux, gris foncé (n° 8 de la coupe de Necker).

3. Calcaire gris foncé, bitumineux, avec filons de quartz et géodes (n° 7).

4. Second banc de glauconie ou calcaire bleu à grains

[1] *Biblioth. Univ. Sc. et Arts*, 1826, XXXIII, 85.

verts, contenant des *Turrilites*, des *Ammonites*, des *Scaphites*, etc. (nº 6).

5. Banc mince de grès, filons spathiques (nº 5).

6. Calcaire gris foncé, fétide et schistoïde (nº 4).

7. Calcaire un peu plus clair et jaunâtre, avec grandes huîtres et longues bélemnites en petit nombre; couche épaisse (nº 3).

8. Couche principale de calcaire bleu à grains verts, contenant les fossiles décrits par Brongniart: *Turrilites Bergeri*, *Hamites*, *Inoceramus sulcatus*, *Scaphites æqualis*, etc. (nº 2).

9. Grès quartzeux, grenu, cristallin, blanc ou vert (nº 1).

10. Calcaire bleu foncé ou noir, carburé, bitumineux, fétide, blanc à l'extérieur.

J'ai beaucoup cherché la seconde couche de gault indiquée dans cette coupe, mais je n'ai rien vu qui pût en faire supposer la présence, si ce n'est un bloc de gault fossilifère assez considérable, à 75 ou 100 mètres au-dessus des chalets de Sales, sur les rochers que j'ai examinés en me rendant sur l'arête des Fiz, comme je vais le dire. J'ai été surpris de la présence de ce bloc à cette élévation, parce que le gault affleure aux chalets. Il est probable que, dans cette montagne, il y a quelque pli du terrain ou plutôt quelque dénudation qui a déterminé l'affleurement du gault à deux niveaux différents (§ 433).

On a vu que Buckland classait le grès vert des Fiz dans le nouveau *calcaire alpin* avec la craie, le calcaire du Jura et le lias. Cette classification nous paraît singulière maintenant. Ni lui, ni Brongniart ne s'occupent du calcaire nummulitique, parce qu'ils avaient très-peu parcouru ces montagnes. Ce calcaire renferme cependant beaucoup de fossiles,

et Brongniart les connaissait bien; car la même année où il rapprochait, dans son importante publication, les fossiles des Fiz de ceux de la Perte-du-Rhône et de Rouen, il préparait un travail dont il dit quelques mots [1], et qui parut deux ans plus tard [2]. Dans ce dernier mémoire il cherchait à identifier l'époque de la formation d'une partie des couches des Diablerets avec celle du calcaire grossier des environs de Paris. Ces rapprochements, formulés d'une manière aussi claire que le faisait Brongniart, étaient des idées nouvelles, contraires à ce qu'on pensait du temps de de Saussure, où l'on était disposé à admettre que plus les montagnes étaient hautes, plus elles étaient anciennes.

§ 425. — Après cette longue digression sur une des parties importantes de l'histoire de la géologie, je reviens à la description de la **montagne des Fiz** (Pl. XIII, fig. 6 du milieu de la planche) Elle est d'une construction dangereuse; les couches du sommet, n'étant point appuyées, finiront par tomber dans le vallon de Sales. Des chalets de ce nom, on peut monter en deux heures et demie sur l'arête à l'O. de la Tête à l'Ane ou Pointe de Sales. Une observation barométrique faite sur cette arête m'a donné une hauteur de 2726 mètres au-dessus du niveau de la mer: la pointe la plus élevée de la montagne ne dépasse cet endroit que d'une centaine de mètres, ce qui lui assigne une hauteur approximative de 2830 mètres. J'ai donc de la peine à comprendre comment on peut attribuer à cette sommité une élévation de 3180 mètres.

La coupe de cette partie des Fiz doit être identique à celle que j'ai prise entre Sales et la Pointe Pelouse (§ 420):

[1] *Descr. géol. des environs de Paris*, par Cuvier et Brongniart, 1822, 1[illegible]

[2] *Mémoire sur les terrains de sédiment supérieurs, calcaréo-trappéens du Vicentin.* Paris, 1823, 41.

mais elle se présente moins bien, en sorte que je n'en donnerai que les traits généraux, me référant à la précédente pour les détails. En partant des chalets bâtis sur le terrain *urgonien* (14, Pl. XIII, fig. 6 du milieu de la planche), j'ai observé à côté d'eux le *grès blanc* (13) de la coupe dont je viens de parler. Son épaisseur est de deux mètres; il repose sur la couche du *gault* à *Turrilites*, *Hamites*, *Scaphites*, *Ammonites*, etc., qui a une puissance de deux mètres également. Au-dessus on rencontre une grande épaisseur de calcaire d'un gris blanchâtre (8) qui appartient à *la craie*. Il est surmonté par les *roches nummulitiques* (7 à 3 contenant des *Cerithium*, des *Cyrena convexa*, etc.). Dans la partie supérieure de ce terrain qui est un *calcaire schisteux* doux au toucher et un peu talqueux, je n'ai trouvé qu'un seul fossile : c'est un fragment de tige d'encrine ayant du rapport avec le *Pentacrinites didactylus*, d'Orb., des couches nummulitiques de Biarritz, figuré par M. d'Archiac [1]. On le trouve, je crois, dans les bancs nummulitiques des monts Euganéens, avec l'*Operculina complanata* [2]. Il est probable que ce calcaire, qui a de l'analogie avec la roche de la crête des Diablerets, au-dessus du gisement de fossiles d'Anzeindaz, correspond à la partie supérieure du terrain nummulitique que M. Renevier signale dans le massif de l'Oldenhorn. Il y a reconnu des bryozoaires, des radioles, des cidaris, etc. [3] La sommité de la **Tête à l'Ane** est formée de grès de Taviglianaz reposant sur ce calcaire : les blocs qui en sont tombés contiennent un grand nombre de cristaux de quartz hyalin.

§ 426. — En arrivant sur l'**arête des Fiz**, on est sé-

[1] *Mém. Soc. géol. de Fr.*, 2e série, II, Pl. V, fig. 16 *a*.
[2] Zigno, *Alpes vénitiennes*, *Nat. Abh. von Haidinger*, 1851, IV, 11.
[3] *Bull. Soc. Vaud. des Sc. nat.*, VIII.

paré du grand précipice que cette montagne présente du côté du S.-E., par une paroi de rochers qui s'étend à quelques mètres en avant du corps de la montagne, et qui en est séparée par un ravin ou plutôt par une crevasse, dans laquelle une pierre reste cinq secondes avant de faire entendre le bruit de sa chute. Cette espèce de ravin débouche du côté d'Anterne, et la paroi de rochers qui est au delà est tellement fissurée et fendue dans tous les sens, qu'elle menace de produire un immense éboulement.

Il est presque inutile de dire que la vue qu'on a de cette arête est fort belle. Elle s'étend sur le massif des Tours Sallières, sur le Buet, sur les Aiguilles Rouges, sur toute la chaîne du Mont-Blanc, moins la Mer de Glace, et jusque sur les montagnes du Grésivaudan, département de l'Isère.

M. Brongniart était monté aux Fiz en partant de Servoz, et en passant par le col de la Dérochée. Il a donné dans son travail une coupe assez détaillée des diverses couches qu'il a rencontrées sur son chemin. Cette **coupe, qui s'étend du col à Servoz,** ne me paraît pas assez importante maintenant pour être reproduite, les étages n'étant pas distingués les uns des autres, et les couches étant séparées par des espaces couverts d'éboulements. Je rappellerai seulement que ce savant a trouvé, tout à fait à la base, une couche de phyllade pailleté noir, carburé, qui constitue la colline du **village du Mont**, près de Servoz. La roche renferme des nodules contenant des empreintes d'ammonites que Brongniart n'a pas déterminées et qui appartiennent à l'*Ammonites Murchisonæ*, Sow., de l'oolite inférieure.

§ 427. — Si des environs des chalets de Sales nous jetons un coup d'œil sur la vallée de Sixt où nous allons descendre, nous en admirerons la beauté, et au point de vue de la géologie, nous observerons que les grandes masses

qui l'entourent se correspondent d'une manière assez régulière (Pl. XIII, fig. 7). Elles appartiennent toutes au terrain jurassique, sauf celle des Avoudruz (§ 433), dans laquelle on reconnaît les terrains compris entre le néocomien et le nummulitique. Ces montagnes ont formé jadis une voûte plus ou moins régulière, dont le jambage N.-O. se voit encore dans le mont Sambet ou dans les Avoudruz nommés aussi Pointe du Salvadon (2525 mètres); le jambage du S.-E. est le Grenier (2551 mètres), et la partie horizontale du sommet ou la clef de la voûte se reconnaît dans le massif des Tours Saillières (3227 mètres) et dans l'aiguille de Taneverge (2988 mètres). Ces sommités majestueuses qui dominent la vallée de Sixt (766 mètres au-dessus du niveau de la mer au village principal), l'environnent de telle sorte qu'on pourrait lui donner le nom de cratère ou de cirque de soulèvement, par lequel on désignait naguère certaines parties du Jura; elle réunit la grandeur des Alpes à une forme éminemment jurassienne. Il est probable que la rupture de la voûte qui recouvrait la vallée s'est faite au moment même de sa formation, par le déchirement des couches qui se sont écroulées, et dont les débris ont été entraînés par les agents atmosphériques et par les glaciers.

On peut descendre de Sales dans la vallée de Sixt par un bon sentier qui est tracé, tantôt presque horizontalement à la surface des couches qui ont résisté aux dénudations, tantôt avec une grande inclinaison lorsqu'il franchit des escarpements, en sorte qu'il forme d'immenses escaliers. Au-dessous de Sales on remarque un entassement de blocs qui ont probablement été amenés par un ancien glacier.

A la limite de l'étage urgonien et du néocomien, on voit de jolies chutes d'eau; mais la cascade qui sort à la jonction du terrain néocomien et du jurassique, et qui est connue

sous le nom de Soffa ou de la Pleureuse, est bien plus remarquable. Le plateau qui la domine est à 1538 mètres d'altitude, et la limite des sapins ne s'élève guère qu'à 25 mètres plus haut. De là on ne peut regarder sans une sorte de crainte l'énorme massif des Fiz, dont les couches sont inclinées de ce côté, et dont les masses rocheuses ne sont retenues que par leur propre poids. Il y a certainement de grandes chances pour qu'une fois elles produisent un éboulement, qui sera peut-être aussi considérable que celui du Rossberg [1].

Le dernier gradin avant d'arriver à la plaine est dessiné par l'escarpement du haut duquel s'élance la magnifique cascade du Rouget. Un peu plus loin, on voit le grand contournement connu sous le nom des Faucilles du Chantet, dont j'ai donné ailleurs un croquis [2] que je reproduis Pl. XIV, fig. 1. Ce contournement est dans le terrain jurassique, et le terrain crétacé, qui est au-dessus, n'étant pas contourné, on en conclut que, dans les Alpes, on ne doit pas attacher beaucoup d'importance au principe de la discordance de stratification, qui cependant joue un certain rôle dans la géologie d'autres contrées.

Je ne sais si le prolongement des Faucilles du Chantet doit se chercher dans les grands contournements du fond de la combe de Sixt ou dans la structure si bizarre du mont Grenier; mais je croirais volontiers que ce genre de plissement est fort répandu dans toute l'étendue du terrain jurassique.

Au-dessus de Servagny, des entassements de blocs sont disposés en moraine. Je ne les ai pas assez examinés pour

[1] De Saussure, *Biblioth. britann. de Genève*, XXXVIII, 255. Voyez *coupes géologiques* par de la Bèche, trad. par Colleguo, 1839, Pl. XXXVI.

[2] *Bullet. Soc. géolog. de Fr.*, 1847, IV, 996.

décider s'ils ont été formés par d'anciens glaciers, ou par de grands éboulements ravinés par les eaux. On passe à l'abbaye de Sixt, et bientôt on est au village.

La description que nous venons de donner du massif des Fiz, fera comprendre que d'intéressants souvenirs relatifs à l'histoire de la science s'y unissent aux observations les plus variées.

CHAPITRE XX

LES AVOUDRUZ ET LA DENT DU MIDI

I. Limites du district, § 428.

II. Montagnes entre Samoens et Bonnavaux près Champéry. Les Suets près Samoëns. Terrain nummulitique. Gault, 429. — Vallée du Clévieux, 430. — Le Criou. Gault. Surfaces polies. Moraines d'anciens glaciers, 431.

Vallée de Sixt. Trias. Etage jurassique moyen. Lias de Prazon, 432. — Course des Avoudruz ou Pointe de Salvadon. Coupe du mont Chambet ou Sambet aux Avoudruz. Deux couches de gault, 433.

Revers nord des Avoudruz. Le Folly. Odaz. Terrains crétacés, 434. — Chaîne du Tuet. Contournement. Val de Bossetan ou de Bostan, 435. — Tête Ronde ou la Vouille, son sommet, sa base du côté de Sardonnière ou de Chardonnière. Col de Golèze, 436. — Col de Bossetan ou de Bostan, 437.

Manière de faire les courses, 438. — Sagerou. Tête de Pérnaz, fossiles du terrain jurassique inférieur. Le Boray, mine de fer. Chamoison. Les Fleuriers, 439. — Col de la Golette. La Vogelle. Dents Blanches. Bossetan, 440.

Col de Golèze. Gypse de Vigny. Col de Coux. Ravine Noire, 441.

Vallée de Barme. Mont de Barme. Contournements de la chaîne de la Dent du Midi, entre le col de Golèze et la Dent de Bonnavaux, 442.

III. De la Dent du Midi a St-Maurice. Dent du Midi; observations de MM. Renevier et Delaharpe, renversement, fossiles nummulitiques et crétacés; sommet de la Dent. Rétrécissement de la zone crétacée, 443. Course à la Dent du Midi. Détails géologiques; le sommet est jurassique, 444. — Susanfe; Tours Sallières; renversement des couches; loi de Studer, 445.

Forme du vallon de Susanfe. Val d'Illiez. Léopold de Buch; environs de Champéry, structure inexpliquée, 446. — La Valerette. Les Crêtes. Verrossaz près de St-Maurice; renversement signalé par M. Delaharpe; doutes. — La Crétaz près d'Epinacey. Torrent de St-Barthélemy, 447. Mex, Sex-ro, 448.

IV. Montagnes de la rive droite du Rhône. La Dent de Morcle a-t-elle été jointe à la Dent du Midi? 449. — Pli au sommet de la Dent de Morcle. Argentine. Le Moveran d'après M. Delaharpe. Vallée de Nant, 450.

La structure des Vergy se prolonge jusqu'à Gsteig et Adelboden; sa ressemblance avec la structure en éventail, son origine, 451. — Grande taille s'étendant de Châtillon à Adelboden, 452.

I. LIMITES DU DISTRICT.

§ 428. — En continuant à suivre du S.-O. au N.-E. la chaîne en grande partie crétacée, qui s'étend des bords du lac d'Annecy à ceux du Rhône, nous avons décrit d'abord le massif des Vergy et de la Tournette, puis celui des Fiz. Il nous reste à examiner le massif situé sur la rive droite du Giffre, entre cette rivière et le Rhône près St-Maurice. Ce district est limité au N.-O. par le sentier qu'on suit en partant de Samoëns et en traversant les cols de Golèze et de Coux; puis par la Viége dans le val d'Illiez. Au S.-E. il est borné par le district auquel j'ai donné le nom des Aiguilles Rouges, qui lui-même s'étend jusqu'à Sixt et aux cols de Taneverge, de Barberine, d'Emaney et de Salanfe. La limite descend de là dans le Valais, en longeant le torrent de St-Barthélemy.

Dans ce massif, nous trouverons des contournements de couches qui dépassent en grandeur tous ceux que nous avons vus jusqu'à présent. Les courses nécessaires à l'étude de ces montagnes élevées sont longues et quelquefois dangereuses; mais l'amateur de la belle nature y trouvera la récompense de ses peines en admirant des vues variées, et le géologue constatera avec étonnement la grandeur des dislocations du sol.

II. MONTAGNES ENTRE SAMOENS ET BONNAVAUX PRÈS CHAMPÉRY.

§ 429. — Du haut des Fiz nous avons suivi les couches du terrain crétacé et du terrain nummulitique jusqu'au niveau

du Giffre, près de l'étroit passage des Tines, où nous avons reconnu la présence de nombreuses *Caprotina ammonia* dans la roche urgonienne. Ici nous voyons les couches passer sur la rive droite du torrent, et se relever pour former la grande masse triangulaire de la **montagne du Criou**, en majeure partie crétacée, dont la base s'étend le long du Giffre. Elle est divisée en deux parties inégales par le Clévieux; celle de la rive droite est très-petite et forme une colline à côté et au N. de Samoëns. Les couches plongent au S.-O., et l'on y voit les calcaires à *Nummulites Ramondi*, d'un gris plus ou moins foncé, reposer sur un calcaire gris jaunâtre appartenant probablement à la craie, et s'appuyant sur le calcaire urgonien à *Caprotina ammonia*. Le gault ne se voit qu'en blocs. Cet ensemble de couches atteint le sommet peu élevé de la montagne des **Suets**, près de la Rosière. Les couches y plongent au N.-O., et à l'endroit nommé Au Revers, on voit la couche de gault avec ses fossiles. On est ici sur le prolongement des couches très-contournées de la montagne du Tuet, qui est sur la rive gauche du Clévieux, en sorte que ce n'est qu'après beaucoup d'hésitations que j'ai rangé dans le macigno alpin les schistes marneux qui recouvrent les couches nummulitiques des Suets. Au-dessus de ce macigno se trouve la cargneule triasique dont j'ai déjà parlé (§ 306), et plus loin de grandes masses de schistes liasiques associés à des serpentines. Il y a déjà longtemps que j'ai signalé ce singulier arrangement[1]. Il existe probablement une grande faille entre le macigno alpin et la cargneule (§ 452).

§ 430. — Les couches urgoniennes se relèvent au N.-E. dans le flanc de la montagne qui domine à l'O. la **vallée du**

[1] *Archives*, 1847, V, 125. — *Bull. Soc. géol. de Fr.*, 1847, V, 1001.

Clévieux, et l'on voit apparaître les couches néocomiennes avec l'*Echinospatagus cordiformis*, Breyn.; plus en amont viennent des calcaires jurassiques d'un gris noirâtre, traversés par des veines spathiques, et associés à des schistes calcaires rougeâtres doux au toucher. Ces couches forment une espèce de voûte, et traversent la vallée du Clévieux qui est le résultat d'une grande faille; car on retrouve dans le bas de cette vallée, au pont voisin du hameau de Laitay, les calcaires à *Nummulites Ramondi*, *N. Murchisoni*, Brunn., et *N. planulata?* qui sont à plusieurs centaines de pieds au-dessous de ceux des Suets. Les magnifiques escarpements du Criou, hauts de 800 à 1000 mètres sur la rive gauche du Clévieux, sont également le résultat de cette faille.

§ 431. — La **montagne du Criou** s'élève à une grande hauteur (2500 mètres environ), et son sommet se prolonge par une arête tranchante jusqu'aux Avoudruz. Elle est composée à sa base de schistes du macigno alpin peu apparents, qui s'appuient sur le calcaire nummulitique et la craie. Des lambeaux de grès vert ou gault y sont nombreux et reposent sur le terrain urgonien qui lui-même s'étend sans interruption du sommet à la base du Criou. Les rochers de Ressassa ou de Sachat, au bord de la montagne du côté de Sixt, m'ont semblé appartenir à la craie.

Le Criou est un endroit fort connu par ses fossiles. Il a été dernièrement examiné par MM. Ad. D'Espine et E. Favre qui ont donné une liste de 81 espèces des mollusques ou des échinodermes du gault qui y ont été recueillis, ils y ont constaté l'absence du terrain aptien, et ont conclu au sujet des fossiles: 1° que les espèces du gault moyen et du gault supérieur ont vécu au Criou à la même époque; 2° que la faune du gault inférieur, très-développée à la

Goudinière (§ 361), n'a eu que de rares représentants au Criou.

On voit sur cette montagne des roches calcaires polies par les avalanches. Si les savants, qui dans l'origine ont combattu la théorie de l'ancienne extension des glaciers, les avaient connues, ils les auraient invoquées à l'appui de leur opinion; comme quelques-uns d'entre eux se sont appuyés sur le fait qu'il existe dans les Pyrénées des surfaces polies et striées par des gens qui traînent des fagots.

A peu près au-dessus du passage des Tines, sur les flancs du Criou, se trouve la jolie colline qui supporte le **hameau du Mont**; c'est une ancienne moraine de glacier. Elle a 600 pas de longueur environ; ses deux versants sont bien marqués, et sa hauteur au-dessus du niveau de la mer est de 972 mètres, mesurée à la chapelle. Le Giffre est à 744 mètres au-dessus de la mer au plan de la Balme. Les deux autres collines voisines, nommées le Montet et le Crêt des Montets, sont également d'anciennes moraines glaciaires.

§ 432. — La **vallée de Sixt** est une des plus extraordinaires des Alpes aux environs de Genève. La grande élévation des montagnes, qui ont dans quelques endroits des escarpements verticaux de 1000 mètres de hauteur, lui donne un aspect qu'on ne retrouve nulle part. Le *Fer à Cheval* avec ses nombreuses cascades est digne d'être visité, et les courses que j'ai faites dans les hauteurs qui entourent la vallée ont toujours eu pour moi un grand attrait. J'ai déjà décrit la configuration des montagnes qui avoisinent Sixt (§ 426), et j'ai montré qu'elles correspondaient à ce qu'on a appelé pendant quelque temps un cratère jurassique. Dans le fond de cette profonde déchirure, sur la rive gauche du nant qui descend du col de Taneverge on

voit la cargneule triasique. Cette roche s'étend horizontalement; elle recouvre un grès quartzeux blanc à grains de quartz rose, plus ou moins grossier, parfois à l'état de brèche et traversé par des filons de quartz. Ce grès, que j'ai désigné sous le nom d'arkose, est exploité pour la verrerie de Sixt. Des calcaires noirs, plus ou moins argileux, associés à des marnes et à des ardoises, reposent sur la cargneule. L'épaisseur de ces roches est de plusieurs milliers de pieds, et dans leur partie supérieure, au Grenairon (§ 476), au Buet (§ 473) et à la Pointe de Taneverge (§ 479), on peut recueillir des fossiles qui attestent la présence de l'étage callovien ou de l'étage oxfordien. Près du Sagerou (§ 439), les fossiles semblent appartenir à l'oolite inférieure.

D'après l'examen du sol, on voit que ce dernier terrain doit former le massif presque inaccessible du mont Ruan, de la Pointe de Barberine et des Tours Saillières; mais les fossiles recueillis dans les terrains qui séparent les roches triasiques des roches calloviennes sont trop peu nombreux pour qu'ils fournissent une détermination certaine. On ne connaît, en effet, que deux ou trois huîtres rapportées par un chasseur de chamois et provenant, d'après lui, d'un endroit nommé **Prazon.** On ne peut cependant s'empêcher de leur accorder une certaine importance, parce que ce sont des *gryphées arquées*, fossiles très-caractéristiques du lias inférieur, qui n'ont jamais été rencontrés dans le terrain liasique de la Savoie. Prazon est un endroit difficile à parcourir, dans le fond de la combe de Sixt, à une certaine élévation sur la rive gauche du torrent, un peu après le sentier ordinaire qui conduit au col de Taneverge. Lorsqu'on se rend au col, on le traverse pour éviter un des plus mauvais pas de ce sentier dangereux. Les roches de cette

localité sont au-dessus du terrain triasique et au-dessous de l'étage callovien, et cette remarque, qui me fait croire à l'authenticité de la découverte des gryphées arquées, me porte à classer les roches de Prazon dans le terrain liasique. La présence de ces mêmes fossiles dans les environs des salines de Bex, qui ne sont éloignées de Prazon que d'une vingtaine de kilomètres en ligne droite, vient encore à l'appui de cette manière de voir.

§ 433. — Pour chercher à comprendre la structure très-compliquée des montagnes au N. de Sixt, j'ai fait diverses courses : de Sixt à Samoëns en passant par les Avoudruz, le Folly et Odaz; de Sixt à Samoëns par le col de la Golette et Bossetan, localité que j'avais déjà visitée en y montant par la Béda; de Sixt au Sagerou; enfin j'ai passé plusieurs fois le col de Coux. La course des Avoudruz, ou Pointe de Salvadon, m'intéressait tout spécialement, parce qu'un guide, qui m'inspirait la plus grande confiance (Claude Gurlie de Vallon), m'assurait que près du sommet on trouve deux couches de gault exactement superposées l'une à l'autre, mais séparées par d'autres couches ayant environ 100 mètres d'épaisseur. Ce renseignement, mis en rapport avec le travail de Necker sur les Fiz où il affirme qu'il y a deux couches de gault (§ 424), piquait d'autant plus ma curiosité, que les Avoudruz sont le prolongement des Fiz. Malheureusement j'entrepris cette course en 1860, année où les neiges étaient abondantes et masquaient quelques parties du sol des Avoudruz dont le sommet s'élève à 2660 mètres. En partant de Sixt (766 mètres), je traversai des pentes boisées et jurassiques en suivant le sentier des chalets de Salvadon. Ces habitations sont situées entre la tête arrondie du mont Sambet, qui est entièrement jurassique, et les sommités du Criou et des Avoudruz.

La coupe prise durant cette course est la suivante (Pl. XIV, fig. 2) :

1. Le **mont Chambet** ou **Sambet** appartient au terrain jurassique inférieur (*ji*), car j'ai trouvé sur le revers oriental, aux Fleuriers, un moule d'ammonite qui paraît être l'*A. Parkinsoni*, et aux chalets de Salvadon on peut recueillir des fragments de ce même fossile dans des schistes argileux noirs, très-friables, qui forment probablement la cime du mont Sambet, et qui sont le prolongement des schistes de la Tête de Péruaz (§ 439). Peut-être reposent-ils sur le lias (*L*)?

2. Au-dessus de cette roche et près des chalets, j'ai ramassé un fragment d'une ammonite de 35 centimètres de diamètre, appartenant à une espèce voisine de l'*A. plicatilis*, et qui se trouve probablement dans une couche oxfordienne (*ox*). Le terrain jurassique remonte du côté des Avoudruz jusque sous les éboulements de cette montagne. Au-dessus, les couches sont arrangées de telle sorte que leur position est aussi difficile à reconnaître de loin que de près. En montant par l'arête au N. des chalets, on voit :

3. Le calcaire néocomien qui est toujours reconnaissable à son aspect ferrugineux (*né*).

4. Le terrain urgonien (*u*) où je n'ai pu trouver aucun fossile ; mais le gault qui le surmonte autorise cette classification.

5. Le gault ou terrain albien (*a*) avec ses fossiles ordinaires.

6. Calcaire gris sans fossiles, que je crois être la craie (*c*).

7. Grande épaisseur de calcaire avec de nombreux *Orbitolites lenticularis*, Blum. du terrain aptien (*ap*).

8. Seconde couche de gault ou de terrain albien (*a*), très-fossilifère, séparée de la première par une épaisseur de 70

à 100 mètres de roches. Les deux couches de gault sont marquées sur ma carte au N. de Salvadon.

9. Calcaire gris, puissant, que je crois être de la craie (*c*).

10. Calcaire gris nummulitique (*nu*), s'élevant, autant que j'ai pu le voir, jusqu'au sommet des Avoudruz. J'ai dû m'arrêter dans mon ascension à environ 20 mètres au-dessous de la sommité dont j'étais séparé par une longue et étroite arête de neige, qui était d'autant plus difficile à franchir ce jour-là que des rafales d'un vent très-violent risquaient de me faire perdre l'équilibre. C'est donc un peu au-dessous de la sommité que je plantai mon baromètre, et que le chiffre de l'observation ajouté à celui des 20 mètres qui n'avaient pu être franchis me donna la hauteur de 2660 mètres pour l'élévation du **sommet des Avoudruz** au-dessus du niveau de la mer.

La coupe que je viens de décrire est fort extraordinaire, les couches paraissent parallèles les unes aux autres et ne montrent aucune trace des contournements ou des failles, qui pourraient expliquer la superposition des deux couches du gault. Nous devons, en effet, admettre la présence d'une dislocation dans cette montagne, plutôt qu'une exception aux lois de la paléontologie.

§ 434. — Le revers N. des Avoudruz, que l'on voit en descendant du sommet dans la **vallée des Chambres** ou **du Folly**, par le Grand Nevé, ne ressemble nullement au revers S., et cette observation confirme la supposition d'une dislocation. Autant que les neiges permettent de s'en assurer, on n'y voit pas de couches de gault. Dans cette descente, qui n'est point facile, il faut user d'une certaine prudence, et je n'ai pas eu le temps de rechercher les endroits où j'aurais pu faire peut-être des observations meilleures. Il en est ainsi dans presque toutes les grandes courses.

Le vallon très-incliné du Folly ou des Chambres occupe le revers N. des Avoudruz et du Criou. La neige y reste jusqu'à une époque fort avancée de l'année. On voit, dans le milieu, des bancs urgoniens recouverts de gault et de craie, qui se relèvent contre la Pointe Rosse, laquelle est néocomienne. Peut-être y trouve-t-on aussi des calcaires nummulitiques. La **vallée d'Odaz**, plus au N.-O., présente dans son centre un affleurement de grès vert, recouvert par la craie et par le terrain nummulitique qui occupe le haut de la vallée. Dans la partie la plus voisine de la chaîne qui la termine au N.-O., le terrain néocomien se montre sur une assez grande longueur avec des *Belemnites* et des *Ostrea Couloni*. Les couches moyennes et supérieures sont de calcaire marneux d'un bleu noirâtre; les couches inférieures sont plus rougeâtres et plus ferrugineuses [1]. Le haut de la vallée est à 2400 mètres au-dessus du niveau de la mer, et de là on peut descendre jusqu'au lac de la Vogelle.

L'arête qui sépare Odaz de Bossetan est le prolongement des **Dents Blanches** [2]. Les contournements en sont fort curieux à étudier. Nous verrons qu'au passage de la Golette (§ 440, Pl. XIV, fig. 11) les couches sont verticales, et que le point le plus élevé est formé par le terrain urgonien; mais l'étage néocomien occupe toute la crête qui sépare la vallée d'Odaz de celle de Bossetan, comme le montre la

[1] Dans le temps où j'ai visité ces localités, il n'était pas encore question de l'étage valangien.

[2] MM. Ph. Delaharpe et Renevier, dans un mémoire fort remarquable publié sous le nom d'Excursion géologique à la Dent du Midi, *Bull. de la Soc. vaudoise d'Hist. nat.*, 1855, IV, 261, désignent ces montagnes sous le nom de chaîne du Chargeroux, en lui donnant le nom du passage situé entre Sixt et Champéry; mais ce passage n'est pas précisément sur cette chaîne, et d'ailleurs on l'écrit partout Sageroux (Pictet, *Itinéraire; Carte fédérale*, etc.).

Pl. XIV, fig. 3. On y voit en allant du S. au N. : la craie (*c*), le gault (*a*), l'urgonien (*u*), le néocomien (*né*), et de nouveau l'urgonien (*u*), le gault (*a*), la craie (*c*) et le terrain nummulitique (*nu*).

§ 435. — Au **pic du Tuet,** qui n'est guère une pointe, mais plutôt l'extrémité inférieure de l'arête qui sépare Odaz de Bossetan, les terrains ont pris la forme représentée dans la Pl. XIV, fig. 7. On y voit le terrain néocomien d'Odaz (*né*) avec ses *Ostrea Couloni*, enveloppé en partie par le terrain urgonien du Tuet (*u*); sur le revers N.-O.[1], le calcaire à orbitolites, qui représente l'étage ap tien, et le gault (*a*) plongent sous la montagne; ils sont renversés, ainsi que la craie (*c*) qui les flanque.

Le **vallon de Bossetan,** dans lequel nous arrivons en suivant cette coupe, est remarquable par son aspect désolé, par ses éboulements, par les contournements des couches et par ses fossiles : ceux du gault sont beaux et nombreux. Sa partie supérieure, ou col de Bossetan, s'élève à 2328 mètres, et un peu au-dessous se montre une traînée de blocs néocomiens probablement amenés par un ancien glacier. Près du centre du vallon, on remarque un poudingue noir et rouge (*p n*), qui s'appuie contre la craie (Pl. XIV, fig. 7), je le crois nummulitique; plus au centre encore, on voit des schistes calcaires nummulitiques (*c n*). Sur la rive gauche du vallon, on observe entre ces deux dernières couches une bande de calcaire marneux gris, rempli de milliers de petits cérithes blancs d'une longueur de quelques millimètres, que je n'ai vus nulle part ailleurs.

Les couches de calcaire marneux du centre du vallon sont repliées en forme d'U, en sorte que sur la rive droite

[1] Je ne pense pas qu'il y ait un passage facile entre Odaz et Bossetan, et ce que je rapproche ici est le résultat de plusieurs courses.

(du N.-O.) on revoit les terrains de la rive gauche, savoir : le poudingue nummulitique rouge (*p n*), la craie (*c*), le gault (*a*), le calcaire à *Orbitolites lenticulata* ou étage aptien (*ap*) et le terrain urgonien (*u*).

§ 436. — Ces couches s'appuient sur la montagne de la **Vouille**, nommée aussi **Tête Ronde**, fort curieuse à examiner. MM. Delaharpe et Renevier [1] en ont donné une coupe détaillée, dans laquelle ils indiquent la même structure et les mêmes terrains que ceux que je vais signaler. Au sommet de la Vouille est un lambeau de terrain nummulitique (*nu*); au-dessous s'étendent la craie (*c*), le gault (*a*), le calcaire gris à *Orbitolites lenticulata* du terrain aptien (*ap*), visible sur le revers du côté de Bossetan, puis le terrain urgonien (*u*). Ces terrains, étant dénudés de tous les côtés jusqu'à l'étage urgonien, présentent des affleurements dont la forme est voisine de celle d'un cercle.

La pente de la Vouille du côté du N.-O. est extraordinairement rapide, impraticable, sauf par le passage de la Béda qui est difficile à trouver [2]. Elle est en partie formée par le terrain urgonien qui est en couches reployées sous la montagne. Près du col de Coux, au col de Golèze et surtout au ravin des Fattes ou du Senglet près **Sardonnière** ou **Chardonnière**, on voit la coupe suivante en observant les couches de l'intérieur à l'extérieur de la base de la Vouille et en dehors du terrain urgonien (*u*, Pl. XIV, fig. 7) : calcaire jaune aptien (*ap*) à *Orbitolites lenticularis* et à *Heteraster oblongus*, gault (*a*), calcaire gris jaune ou craie (*c*), terrain nummulitique (*nu*) se composant : d'un poudingue, d'un grès calcaire contenant des fossiles indéterminables,

[1] Mém. cité.

[2] Il y a quelques années qu'un voyageur, qui était sans guide dans ces montagnes difficiles, s'est tué en cherchant ce passage.

d'un calcaire à *Nummulites Ramondi* et d'un calcaire sans fossiles. Non loin de là, au col de Golèze, le macigno alpin s'appuie sur ces roches.

Ce macigno est limité au N.-O. par l'affleurement du gypse et de la cargneule triasiques, qui s'étend des mines de Bex au ravin de Valentine près de Samoëns (§ 347). Cet affleurement est dominé par de grandes masses liasiques ; il y a donc une énorme faille entre le macigno alpin et les roches triasiques. La forme et la composition de la Tête Ronde, que je viens de décrire, sont tout à fait semblables à celles des Vergy.

§ 437. — L'arête des Dents Blanches, qui se prolonge jusqu'à la Dent du Midi, est la seule dans le groupe de montagnes dont je m'occupe, qui s'étend sur une grande longueur ; celle des Avoudruz est fort courte, ainsi que celle qui sépare Odaz du Folly et celle de la Vouille. Près du point de jonction de cette dernière arête avec celle des Dents Blanches se trouvent le passage de la Béda et le Creux de Philippindin[1] où l'on voit le terrain néocomien avec l'*Echinospatagus cordiformis*, Breyn., l'*Ostrea Coulomi* et la *Rhynchonella lata*. Le Creux de Bossetan avec ses nombreux fossiles du gault, est situé un peu plus haut.

Plus haut encore se trouve le **col de Bossetan** (2325 mètres, Pl. XIV, fig. 6) ; l'on y arrive après avoir traversé les Dents Blanches par le passage de la Golette. Le col de Bossetan est à la partie supérieure de la vallée de ce nom, mais la structure en est différente : on y remarque le calcaire à *Nummulites Ramondi* (*nu*) recouvrant horizontalement la craie (*c*) ; ses couches viennent buter au S.-E. contre celles d'un calcaire rose (*c r*) qui sont redressées.

[1] MM. Renevier et Delaharpe, mém. cité.

Ces roches sont dominées par les Dents Blanches dont les couches, verticales sur une grande hauteur, surplombent du côté du col et se composent des terrains suivants : calcaire nummulitique (*nu*), craie (*c*), gault (*a*), terrain urgonien (*u*). Peut-être l'étage aptien se trouve-t-il entre le terrain urgonien et le gault; mais je ne l'ai point vu; il était probablement caché par la neige.

§ 438. — Les observations que je viens de rapporter ne peuvent être faites en un seul jour; il en faut deux ou trois pour se faire une idée exacte de ce massif, qui est réellement intéressant à examiner et beau à parcourir. On pourrait dans la première journée monter de Sixt aux Avoudruz et descendre à Samoëns par le Folly et Odaz; dans la seconde, on irait de Samoëns à Champéry par les cols de Golèze et de Coux, en examinant la base de la Vouille près de Chardonnière et en passant par la vallée de Barme; dans la troisième, on reviendrait sur ses pas pour franchir la Béda (passage pour lequel il ne faut pas être sujet au vertige); on irait au creux et au col de Bossetan, au sommet de la Vouille, et l'on descendrait à Samoëns en suivant la vallée de Bossetan. Pour cette excursion il faut trois choses : un bon guide, le beau temps et de bonnes jambes.

§ 439. — Il est encore deux courses fort curieuses à faire dans la vallée de Sixt : celle du Sagerou, col situé entre Sixt et Champéry, et celle de la Golette, entre Sixt et Bossetan.

Je me suis rendu du fond de la combe de Sixt au **col du Sagerou** en $2^1/_2$ heures, en le gravissant directement. On voit au début de la montée des calcaires noirs, bréchiformes, semblables à ceux de la Pointe de Marcely (§ 300), que je rapporte au lias. La position de cette roche mérite d'être remarquée, parce qu'elle est à la hauteur de Prazon

où l'on a trouvé, dit-on, des *gryphées arquées* (§ 432). Dans la partie supérieure de ce calcaire on voit, près du Boray, des schistes argileux noirs à bélemnites, puis une grande masse de calcaire gris compacte, contenant des encrines, des piquants d'oursins, des traces d'ammonites et une petite dent de poisson ou de saurien. Au sommet du col du Sagerou il n'y a que des calcaires noirs argileux, très-répandus dans ce massif. Du col la vue plonge dans la sauvage vallée de Susanfe, située entre la Dent du Midi et les Tours Sallières.

En revenant du Sagerou aux chalets de la Vogelle, le sentier passe sur un monticule nommé la **Tête de Péruaz**. Il est composé d'ardoises pourries, réduites en menus morceaux contenant quelques fossiles; ce sont des *Ammonites* en fragments informes, qui me paraissent voisines de l'*A. Parkinsoni*[1], des fragments de *Belemnites hastatus*, Bl., une *Lucina Bellona?* Lyc. et Morris (Paléont. Soc., Pl. VI. fig. 15); une *Venus* ou astarte, etc. Les fossiles sont si rares dans ces régions, que ceux-ci ont de l'importance malgré leur mauvais état de conservation. Je crois qu'on peut conclure qu'ils caractérisent des dépôts de l'oolite inférieure ou de l'étage callovien; ce qui est d'accord avec les résultats auxquels j'ai été amené par l'inspection des fossiles du Grenairon (§ 476) et de Taneverge (§ 479).

De la Tête de Péruaz je revins à Sixt, en visitant le **lac de la Vogelle**, près duquel s'élève la Pointe Rossaz, formée de calcaires noirâtres en couches minces, et tellement contournées qu'elles ressemblent à une poignée de rubans jetée à terre. Ces contournements apportent une grande incertitude dans les relations des couches entre elles

[1] M. Oppel croit que ces Ammonites se rapprochent des *A. planulat* du terrain jurassique supérieur, voisin du kimméridien.

Les mines de fer **Chamoisite** du Boray et de la Joux se trouvent près du sentier (§ 440).

En passant aux **Fleuriers** sur les flancs du mont Sambet, j'ai ramassé le moule d'une grosse *Ammonites Parkinsoni*, Sow.

La course que je viens de décrire est intéressante au point de vue de la géologie, quoiqu'elle laisse encore bien des lacunes, et que la nécessité de trouver de meilleurs fossiles que ceux dont j'ai parlé, se fasse impérieusement sentir. Cette course est également belle au point de vue pittoresque; car on arrive fort près du massif des Tours Salières; on a sous les yeux tous les grands glaciers du mont Ruan ou Roan, et l'ensemble de la vue sur ces montagnes, sur celles du Grenairon et du Buet m'a toujours singulièrement captivé. On peut éviter la descente du Pas du Boray, en prenant un sentier qui suit à une grande élévation les flancs du mont Sambet.

§ 440. — Pour terminer l'étude de la chaîne des Dents Blanches, je fis en 1859 le **passage du col de la Golette.** On l'atteint en franchissant le Pas du Boray où l'on remarque le calcaire bréchiforme du Fond de la Combe. Ce calcaire semble correspondre, comme je l'ai dit, aux roches de Prazon et appartenir au lias (§ 432). Plus haut, l'on traverse des calcaires schisteux, noirs, ardoisiers, à bélemnites, dans la partie supérieure desquels est la **mine de fer du Boray** (Pl. XIV, fig. 11). Les couches de ce terrain ont la forme d'un V tourné horizontalement, dont la pointe s'enfonce sous la montagne; elles sont je crois le prolongement de celles de la tête de Péruaz, qui appartiennent à l'oolite inférieure ou à l'étage callovien, en sorte que le gisement de cette mine de fer n'est pas identique à celui de la mine de Chamoison en Valais, qui a été classé dans l'étage oxfor-

dien [1]. Du reste il est fort difficile de reconnaître exactement l'âge des mines de fer de la vallée de Sixt, car les fossiles manquent et la stratification est trop compliquée pour pouvoir être utile. Au-dessus de la mine, on voit sortir de terre une masse considérable de calcaire gris noir, qui renferme des coraux et des térébratules, et qui se replie sur elle-même en remontant du côté de la Vogelle. Ce calcaire est le prolongement de celui dans lequel j'ai trouvé au fond de la combe quelques fossiles indéterminables, entre autres une dent de poisson. Il est interrompu aux chalets de la Vogelle où il forme un singulier amphithéâtre.

A cet endroit, un taureau furieux vint faire quelques moments diversion à mes observations géologiques. Ce singulier animal ne se laissait jamais approcher par les hommes, nous dit-on, et il était doux avec les femmes et les enfants.

Après la Vogelle, le long du lac et sur les flancs du vallon qu'on suit pour se rendre à la Golette, on voit de nouveau le calcaire gris, qui s'enfonce sous l'énorme masse des couches plissées du calcaire noir de la Pointe Rossaz. Ces schistes noirs ressemblent aux roches de l'oolite inférieure de la Tête de Péruaz ou aux roches callovienne; il est difficile de comprendre de quelle manière ils sont arrivés dans la position qu'ils occupent. Ils se redressent du côté des Dents Blanches et de la Golette, et s'appuient contre un massif considérable de terrain néocomien (*n*), en couches qui sont verticales ou qui plongent un peu au S.-E. C'est un renversement; car le terrain urgonien (*u*) est au N.-O. Ce dernier étage forme, comme on le voit fig. 11.

[1] M. Fournet a donné quelques détails sur la mine de fer de Chamonix. M. de Buch et M. Voltz avaient examiné les fossiles qui y avaient été recueillis. M. Thiollière a revu ces déterminations et en avait conclu que ce minerai appartient à l'étage oxfordien. *Ann. de la Soc. d'agriculture*, etc., de Lyon, 1849, I, § XXIV.

la chaîne des Dents Blanches qui s'élève à 2774 mètres. Mais le passage de la Golette lui-même, qui est de 200 à 300 mètres au-dessous de cette hauteur, se fait dans le néocomien à *Echinospatagus cordiformis*, Breyn. Sur le revers N.-O. de la couche urgonienne, on voit une couche de gault, puis la craie et le calcaire nummulitique; on arrive enfin sur le **col de Bossetan**, représenté dans la fig. 6, Pl. XIV. Je crois avoir bien compris l'arrangement des couches crétacées, mais j'avoue que celui des couches jurassiques m'a échappé

Le vallon voisin de la **Vogelle** n'est pas très-incliné; il n'en est pas de même des pâturages au-dessus, dont la pente est très-rapide. Quant à la *cheminée* de la Golette, ou dernier couloir avant le col, je ne pense pas qu'on puisse trouver de montée plus rapide sur un terrain meuble. L'ascension, qui se fait sur de petites pierres glissant sous les pieds, est très-fatigante. L'unique danger provient des fragments de roches, qui tombent de temps à autre des grandes masses situées au-dessus du passage. Elles sont tellement fracturées, que ce n'était pas sans une sorte de crainte que je voyais un charmant petit oiseau sautiller de rocher en rocher au-dessus de ma tête. Du côté du N.-O., la descente a lieu sur un glacier très-incliné.

§ 441. — De Samoëns, où je revenais après chacune des courses que je viens de décrire, on va à Champéry, dans le Val d'Illiez, par un bon sentier à mulet qui traverse les **cols de Golèze et de Coux.**

J'ai déjà parlé de la partie inférieure de la vallée du Clévieux (§ 430), probablement formée par des failles. Cette structure fournit un puissant argument contre l'idée du creusement des vallées par les glaciers. On passe au pied des vallons du Folly, d'Odaz et de Bossetan; on laisse

à gauche une grande dépression nommée Samoschire, ouverte dans des roches noires, associées à la cargneule et aux gypses, et on arrive au **col de Golèze** (1667 mètres) où se trouve une source minérale analysée par M. Henri en 1838. La coupe de ce col est semblable à celle du col de Coux dont je vais parler. Sur le revers N.-E., le macigno alpin s'appuie sur un calcaire qui renferme des *Nummulites Ramondi*, des *Natica Crassatina?* Desh., des *Trochocyathus*, etc. Le calcaire gris de la craie ne se voit pas bien, mais près de là on observe des *Orbitolites lenticulata* du terrain aptien et des fossiles du gault. On examine facilement ces différents terrains en plusieurs endroits, entre le col de Golèze et celui de Coux. La cargneule triasique surmontée par des montagnes liasiques est à l'extrémité N.-O. de l'arête du col de Golèze, et le gypse est à Vigny, non loin de là.

Dans la partie S.-E. de l'arête du **col de Coux** et au pied de la Vouille ou Tête Ronde se trouve la *Ravine Noire*, espèce de mauvais passage, très-pénible, dans lequel les couches de macigno alpin (*ma*, Pl. XIV, fig. 5) sont extraordinairement contournées et recouvertes au N.-O. par la cargneule (*ca*) surmontée par les couches liasiques des Alpes Noires (*L*). Ce macigno s'appuie sur le calcaire nummulitique (*nu*), dans lequel MM. Renevier et Delaharpe indiquent les fossiles suivants[1] : *Pecten*, plusieurs espèces. *Nummulites contorta*, Desh.? *N. Ramondi*, *Orbitolites submedia*, d'Arch., *O. stellata*, d'Arch., *Operculina ammonea*, Leym., *Bryozoaires*, *Oursins*, *Polypiers*.

§ 442. — Des hauteurs du col de Coux (1970 mètres), de la Ravine Noire et de Berroix, deux chemins condui-

[1] *Bull. Soc. Vaud. d'Hist. nat.*, 1855, IV, 275.

sent à Champéry. L'un est la voie ordinaire de communication et offre peu d'intérêt. L'autre passe à travers les pâturages de Berroix et de Barme, et suit le pied de la grande chaîne crétacée et nummulitique qui s'étend des Dents Blanches à la Dent du Midi. Ce sentier est un des plus pittoresques que je connaisse.

Entre ces deux chemins est une grande colline boisée, qu'on peut appeler **montagne de Barme.** Elle est formée en grande partie de schistes argileux; mais du côté de Coux on y voit des grès (nummulitiques?) semblables à ceux de la Molire près de Boëge (§ 286) et de la Valerette (§ 447). Dans la partie N.-E. de cette colline et près du sentier qui mène des chalets de Barme à Champéry, on trouve un filon de pyrite de fer argentifère d'environ $1^m,20$ d'épaisseur.

Il est intéressant, en passant au col de Coux et par la charmante vallée de Barme, de suivre de loin les contournements de la grande chaîne qui la domine. J'essaierai d'en décrire les formes accidentées; je ne les ai vues que de loin il est vrai; mais je les ai étudiées au moyen d'une bonne lunette, et je crois n'avoir pas fait de grandes erreurs, grâce à quelques points de repères certains et à l'habitude que j'ai de reconnaître les roches à leur aspect. Toutefois je ne donne cette étude qu'avec une certaine défiance et en reconnaissant que le procédé que j'ai employé est peu scientifique.

On voit dans cette chaîne que les formes déjà signalées dans les montagnes voisines des cols de Golèze et de Coux vont toujours en s'exagérant, à mesure que les couches s'élèvent au N.-E. et que la vallée s'abaisse.

La Pl. XIV, fig. 4, représente la coupe des **Dents**

Blanches au-dessus de la partie supérieure de la vallée de Barme. Les terrains qui en font partie sont les suivants :

Terrain néocomien *(né)*.
» urgonien *(u)*.
» albien *(a)*.
» de la craie *(c)*.
» nummulitique *(nu)*.
» macigno alpin *(ma)*.

On y voit que la courbure des couches est plus fortement marquée que dans la fig. 6 de la Pl. XIV. Dans la fig. 8 de cette planche, qui représente une partie de la même chaîne située plus au N.-E., l'espace occupé par la formation néocomienne s'élargit, et il reste à sa surface un lambeau urgonien. Dans la fig. 9, la voûte néocomienne (*né*) est tellement développée qu'elle est rompue : la partie supérieure manque, la partie inférieure de ce terrain forme le sommet de l'**Aiguille de Bannavaux** (2554 mètres), et le calcaire jurassique (*j*) paraît en arrière du sommet : M. Delaharpe a recueilli à la Russille, une grosse nérinée probablement urgonienne.

III. DE LA DENT DU MIDI A ST-MAURICE.

§ 443. — Si nous poursuivons les observations précédentes relatives à la chaîne de la Dent du Midi, nous voyons que la structure de la **cime la plus élevée** (Pl. XIV, fig. 10), est semblable à celle que nous venons de signaler dans les autres parties de cette chaîne, quoique la puissance du terrain jurassique soit considérable au sommet.

Enfin, la fig. 12 représente **la cime au-dessus de St-**

Maurice, qui est moins élevée que la précédente, parce que le terrain jurassique manque au sommet. On voit par cette succession de dessins que l'exhaussement du sol dans cette chaîne a été en grandissant du S.-O. au N.-E.; la voûte si régulière à la Vouille près du col de Coux, se couche sur le flanc, se rompt, et forme deux lèvres qui s'écartent à mesure que la montagne s'élève. Avant d'étudier le prolongement de cette chaîne sur la rive droite du Rhône (§ 449), donnons quelques détails sur le pic le plus élevé de la **Dent du Midi**, en commençant par le revers N.-O.

Nous ne pouvons mieux faire que d'emprunter nos renseignements au travail de MM. Delaharpe et Renevier[1]. D'après ces deux savants, en partant de Champéry, on chemine jusqu'aux escarpements de la Dent sur des couches d'un calcaire schisteux gris, sans fossiles, plongeant au S.-O. (?) Au-dessus du **signal d'Antémoz** on rencontre la formation nummulitique (*nu*, Pl. XIV, fig. 13) composée de la manière suivante : calcaire bleuâtre à *Nummulites Ramondi*, Defr.; plus haut vient une couche à *Turritella imbricataria*, Lam.; puis des schistes à *cérithes* et à *turritelles*; plus haut encore une marne durcie avec des fossiles mal conservés, enfin, au-dessus une couche d'anthracite accompagnée de quelques *Cytherea*. L'épaisseur de ce terrain nummulitique est de 30 mètres; on y a recueilli les fossiles suivants :

Natica angustata, Grat.
Turritella imbricataria, Lam.
Cerithium plicatum, Brong.
» elegans, Desh.
» trochleare, Lam. (C. Diaboli, Brong.)

[1] Mém. cité.

Cytherea Villanovæ, Desh.
Cyrena convexa, Brong.
Cardium granulosum, Lam.
Arca Brongnarti, Héb. et Ren.
Ostrea cyathula, Lam.
Spatangus.
Nummulites Ramondi, Defr.
Fucoïdes.

Le banc (*c*) dans la fig. 13 appartient probablement à la craie, il est associé à des sables sidérolitiques sur lesquels M. Delaharpe a donné quelques détails[1]; on sait que dans les Alpes bernoises et dans les environs d'Annecy des grès très-semblables à ceux-ci appartiennent au terrain nummulitique ou au terrain tongrien.

Le gault (*a*) est épais de 15 mètres et renferme les fossiles suivants :

Belemnites minimus, List.
Ammonites varicosus, Sow.
» varians, Sow.
Turrilites tuberculatus, d'Orb.
Avellana subincrassata, d'Orb.
Inoceramus sulcatus, Park.
» Salomoni, d'Orb.
Rhynchonella sulcata (Park.), d'Orb.
Holaster bisulcatus, Gras.

Quoique MM. Delaharpe et Renevier n'aient pu examiner que de loin les couches au-dessus du gault, ils ont recueilli des fossiles dans des éboulements et croient à la succession suivante des roches qui forment la grande paroi qu'ils n'ont pu gravir : terrain aptien (*ap*) avec *Ostrea aquila*; étage rhodanien (Renevier) (*r*) avec les *Orbitolites lenticulata*, Lam.

[1] *Bull. Soc. vaud. des Sc. nat.*, 1854, IV, 235.

Ce dernier est recouvert par le terrain urgonien (*u*) à *Caprotina ammonia* et par le terrain néocomien (*né*) à *Echinospatagus cordiformis*, Brey. Ces messieurs pensent que le sommet de la Dent du Midi est nummulitique; mais nous verrons un peu plus loin qu'il appartient à la formation jurassique. La position de ces terrains est donc fort singulière : ils sont renversés.

En jetant un coup d'œil sur l'ensemble des terrains crétacés et nummulitiques que nous avons décrits dans ce district et dans les précédents, nous voyons qu'ils occupent une grande étendue sur les deux rives de l'Arve et sur la rive gauche du Giffre; qu'ils diminuent de largeur sur la rive droite de ce torrent, et finissent par ne plus former qu'une zone fort étroite, à une grande élévation sur le flanc presque vertical de la Dent du Midi.

§ 444. — En 1851, je voulus m'assurer par moi-même de la composition du sommet le plus élevé de cette chaîne, que Necker croyait inaccessible[1]. De Champéry on peut y monter en gravissant les pentes rapides du versant N.-O. de la montagne; mais il est plus facile d'atteindre le sommet par le revers opposé. Ordinairement on va coucher au chalet de Bonnavaux, de là on gagne la sauvage vallée de Susanfe d'où l'on atteint le sommet, soit en passant sur l'arête située à l'O. de la **Dent du Midi**, soit en allant au pied du col de Susanfe ou Clusanfe et en gravissant en deux heures et demie la dernière pente de la montagne, dont l'inclinaison est de 30 à 33° environ[2].

Du sommet la vue est splendide, et bien des touristes font cette course pour leur plaisir. Après être resté longtemps sur la cime, je la quittai à deux heures après midi;

[1] *Etudes géologiques*, 75.
[2] Le 13 août, elle était couverte de neige, lorsque je l'ai parcourue.

je descendis au col de Susanfe couvert du côté de l'Est de débris énormes qui sont peut-être des traces de glacier; je revis en courant le beau cirque de Salanfe que j'avais examiné quelques années auparavant (§ 478), et à neuf heures du soir j'arrivai à Martigny.

Dans toute cette course, je ne vis que des calcaires noirâtres, plus ou moins marneux, et je n'ai pu déterminer aucun terrain d'une manière certaine. Entre les chalets de Bonnavaux et le Pas d'Ancel, j'ai ramassé quelques bélemnites indéterminables. Plus haut dans la vallée de Susanfe, au pied de la Dent du Midi et des Tours Sallières, on ne voit que du calcaire noir certainement jurassique qui forme ces deux montagnes; son aspect seul suffirait à le faire reconnaître, et de plus il est à peu près sur le prolongement des roches du Sagerou et de la Tête de Péruaz (§ 439). On trouve dans cette roche quelques tiges d'apiocrinites qui, d'après M. Desor, paraissent appartenir au terrain jurassique moyen. On m'a remis deux térébratules de la vallée de Susanfe, il y a au musée de Lausanne une *Trigonia* très-informe de cette même localité, et je possède une huître et un fragment d'une grande ammonite, provenant du sommet de la Dent du Midi.

Quoique la détermination spécifique de ces fossiles ne soit guère possible, on peut être certain que le sommet de cette haute montagne est jurassique, contrairement à l'opinion de MM. Studer [1], Pareto [2], Renevier et Delaharpe, qui le classent dans le terrain nummulitique [3].

[1] *Geolog. der Schweiz*, II, 91.

[2] *Bullet. Soc. géolog. de France*, 2e sér., XV, 55.

[3] Une observation barométrique que j'ai prise sur la cime de la plus haute des Dents du Midi m'a donné 3287 mètres au-dessus du niveau de la mer, hauteur qui s'accorde d'une manière remarquable avec la mesure de 3285 qui est notée sur les plus anciennes éditions de la carte fédérale, tan-

§ 445. — La vallée de Susanfe est au-dessus de toute végétation et entourée de montagnes élevées. La plus remarquable, celle des Tours Sallières (3227 mètres), est couverte de glaces éternelles et jointe au mont Ruan (3078 mètres) qui envoie de grands glaciers dans la vallée de Sixt.

Les couches jurassiques renversées, qui forment la cime de la Dent du Midi, reprennent leur position normale et presque horizontale pour former le massif des Tours Sallières dont les couches s'appuient au S.-E. (aux cols d'Emaney et de Barberine, § 479) sur les roches triasiques et cristallines. Ces couches se replacent donc dans leur vraie position par un pli que j'ai essayé de représenter dans la Pl. XIV, fig. 10; il fait comprendre que la Dent du Midi s'élèverait à une hauteur bien plus grande que celle qu'elle atteint maintenant, s'il n'y avait pas eu de rupture dans les couches.

Ce pli n'est point une idée théorique; on le voit, soit du sentier du col de Coux, soit de la plaine du Valais en amont de St-Maurice. MM. Delaharpe et Renevier l'ont représenté dans la vue qu'ils ont donnée de ces montagnes[1]. Les couches sont donc réellement recourbées au sommet de la Dent du Midi, en forme d'un C qui tourne le dos à l'extérieur des Alpes, de manière que les couches plus récentes, si elles existaient encore, seraient placées à l'extérieur du C.

Ce contournement est une belle vérification de la **loi de M. Studer**, qu'on peut résumer de la manière suivante : *Toutes les fois que les couches en forme de C ont le dos tourné aux Alpes, les couches anciennes sont à l'extérieur et les cou-*

dis que les feuilles plus récemment publiées portent 3185 mètres. Ebel cité par Bruguière, *Orograph. de l'Europe*, 214, indique 3184^{m},72, et Berchtold 3182.

[1] Mém. cité.

ches modernes à l'intérieur; et réciproquement, toutes les fois que les couches en forme de C ont le dos tourné en dehors des Alpes, les couches anciennes sont à l'intérieur et les couches modernes à l'extérieur[1]; ce dernier cas est celui de la Dent du Midi.

§ 446. — La petite **vallée de Susanfe** est terminée au S.-O. par le col du Sagerou (2410 mètres) et au N.-E. par le col de Susanfe (2420 mètres carte fédérale, 2518 ma mesure barométrique); il est rare de voir une vallée terminée à ses deux extrémités par des cols, et dans laquelle l'écoulement des eaux se fait par une ouverture latérale. Cette remarque prendra de l'importance plus tard (§ 450).

Au pied de la Dent du Midi s'étend le **Val d'Illiez** dont j'ai déjà parlé (§ 348). J'ajouterais encore quelques mots, en commençant par rappeler ce qu'en disait **Léopold de Buch** :

« Sur les Andes de Troxillo et de Tocuyo, qui relient « les Cordillères de la Nouvelle-Grenade à la chaîne cô- « tière de Vénézuéla, dit le célèbre géologue de Berlin, « règne un calcaire noir contenant des restes d'animaux « marins, à la vue desquels le voyageur se croit transporté « en Europe. On se figure avoir sous les yeux une collec- « tion de fossiles recueillie sur les Alpes de la Savoie, sur « la célèbre montagne des Fis, dans le Val d'Hilliers, ou à « la perte du Rhône, près de Genève[2]. » Quelque intéressant que ce rapprochement puisse être, il ne nous éclaire pas sur la structure géologique du Val d'Illiez. Pour ma part, j'avoue que je n'ai pu me rendre compte de l'ensemble de la structure de cette singulière vallée; et je ne pourrai donner que quelques renseignements isolés.

[1] Les couches en forme de C dans les Alpes. *Archives*, 1861, XI, 5

[2] Humboldt, *Mélanges de géologie et de physique générale*, 1854, I, 541.

Près de Champéry, la Viége coule entre deux grands escarpements. M. Delaharpe s'est assuré que les rochers qui les forment appartiennent à l'étage néocomien, il a recueilli près du pont de Draversy l'*Echinospatagus cordiformis*, Breyn., dont moi-même j'ai vu quelques traces; il a encore reconnu cet étage au pont d'Huterive, en amont de Champéry, dans les roches de la *Lui* en face de ce dernier village, et il pense qu'il est recouvert par le terrain jurassique. Mais la roche dominante dans le Val d'Illiez est un schiste argileux, plus ou moins noir, d'une grande épaisseur, qui plonge au S.-E. et qui ne renferme pas de fossiles. Dans la montagne de Barme, ces schistes ont une puissance énorme et un facies jurassique; dans les environs de Champéry, où ils sont associés à des grès, on croirait voir du macigno alpin. Cette formation paraît être recouverte par la cargneule triasique, et renferme au-dessus de Troistorrents les empreintes de feuilles que M. Heer a rapportées au terrain miocène (§ 348).

La structure fort compliquée de cette vallée n'a pu encore être expliquée, et nous verrons dans le paragraphe suivant que près de St-Maurice il paraît y avoir encore un renversement des plus surprenants.

§ 447. — Pour éclaircir ce sujet, je suis monté à la **Petite Dent** ou **Valerette** (2065 mètres), au-dessus du plateau de Vérossaz. Les schistes argileux, qui paraissent appartenir au macigno alpin, sont surmontés d'un grès grossier ou poudingue très-quartzeux, micacé, blanchâtre ou jaunâtre, avec des cailloux de nature très-variée. Ce grès, qui parfois ressemble à un granit décomposé, renferme des nummulites. Il paraît être l'équivalent du grès de la Molire, vallée de Boëge (§ 286), ou de celui du sommet des Voirons (§ 268). Lorsqu'on descend de la Valerette par

le grand ravin de l'Est, on voit que le flanc N.-E. de la Dent du Midi n'est composé que de grès micacé argileux ou de schistes argileux, extraordinairement contournés et l'on n'observe aucune trace des formations crétacées si puissantes sur le revers N.-O.; il semble qu'elles disparaissent sous un des glaciers de la Dent du Midi.

Les schistes du macigno alpin et le grès de Taviglianaz des environs du hameau des Crêtes (§ 349) s'appuient sur les roches du plateau de **Vérossaz.** Ce plateau, sur lequel on voit une belle moraine de sable et de blocs erratiques (entre Vérossaz et Daviez) et beaucoup de roches moutonnées, est formé, à sa partie supérieure, d'un calcaire gris à l'extérieur et noir à l'intérieur, je n'ai pu y trouver aucun fossile. Au-dessous est un calcaire brun roux, qui me semble être néocomien, et dans lequel M. Delaharpe a recueilli des *Echinospatagus cordiformis*, Breyn., très-déformés. Plus bas encore vient un calcaire gris noir qui est, je crois, jurassique, et dans lequel on a percé le tunnel du chemin de fer. C'est ainsi que j'ai compris la coupe de cet endroit; mais M. Delaharpe a trouvé sous le **pont de St-Maurice,** sur la rive gauche du Rhône et dans la couche la plus basse, des *Caprotina Lonsdalii* qui appartiennent au terrain urgonien[1]; par conséquent la couche inférieure serait urgonienne et serait recouverte par une couche néocomienne. D'un autre côté les couches du plateau de Vérossaz sont horizontales; on le voit, avec la dernière évidence, dans les grands escarpements qui dominent St-Maurice. Il y aurait donc dans ces terrains horizontaux un renversement complet. Cette manière de voir est inexplicable pour le moment.

[1] *Bull. Soc. Vaud. des Sc. nat.*, 1859, VI, 139.

Le renversement du plateau de Vérossaz me paraît d'autant plus douteux, qu'en suivant l'escarpement qui s'étend le long de la vallée du Rhône au S. de St-Maurice, on voit les couches, que je crois être jurassiques, se relever peu à peu et recouvrir les schistes cristallins qui se montrent **à la Crétaz près d'Épinacey**. Elles s'élèvent sur la rive gauche du **torrent de St-Barthélemy**, au-dessus de la cargneule triasique (§ 478), et se suivent sans aucune interruption de St-Maurice au col de Salanfe (2227 mètres), où elles sont bien réellement, comme à la Crétaz, dans la position des roches jurassiques.

On ne voit pas la cargneule à ce dernier endroit, parce que tous les affleurements des roches tendres ont été fortement usés par les anciens glaciers, et que la jonction du gneiss et du calcaire gris qui lui est superposé, est couverte par des éboulements.

Pourquoi à la Crétaz le poudingue de Valorsine, qui est si puissamment développé près de là sur les deux rives du Rhône, manque-t-il entre le calcaire et le gneiss? C'est encore une question difficile à résoudre, et que nous traiterons plus tard d'une manière générale.

Ce petit coteau de la Crétaz est charmant. La végétation y est remarquable : les sapins occupent le flanc de la montagne et les éboulements; sur la colline de gneiss trois végétations sont superposées, le blé, les châtaigniers et la vigne qui s'élève en guirlandes jusqu'au sommet des arbres; de superbes noyers recouvrent le sol de la plaine d'alluvion.

Cette charmante colline fait un singulier contraste avec le noir et triste torrent de St-Barthélemy qui sort d'une gorge profonde dans laquelle se font parfois d'énormes

éboulements; celui du 25 août 1835 est un des plus considérables dont on ait conservé le souvenir. Il a été décrit par M. Lardy et par M. Élie de Beaumont [1]. C'est dans le voisinage de ce torrent que quelques savants fixent l'emplacement de la catastrophe de Tauredunum, au pied de la Dent de Jora qui fait partie de la Dent du Midi (§ 326).

§ 448. — De la Crétaz j'ai cherché à me rapprocher de la Dent du Midi, en m'élevant au-dessus du village de Mex. J'espérais voir sur le versant N.-E. de cette montagne le profil des contournements des roches crétacées, en face desquels on se trouve lorsqu'on est dans le Val d'Illiez. Mon espoir fut trompé, et quoiqu'on voie dans les murailles du village des blocs urgoniens avec des *Caprotina ammonia*, je n'ai pu trouver cette roche en place. Au-dessus de Mex, le terrain est composé d'espèces d'ardoises, de schistes argileux un peu talqueux, feuilletés, délités, clivés et contournés d'une manière extraordinaire. Ces roches sont traversées par des veines de carbonate de chaux fibreux; les fibres sont perpendiculaires aux parois de la veine, et le calcaire blanc est divisé par un joint qui occupe le milieu de la fente. Tantôt ces veines sont droites, tantôt elles forment une succession d'amandes parallèles les unes aux autres, ce qui donne à la roche un aspect rubané. Il est probable que ce carbonate de chaux s'est introduit dans les fentes qui étaient le résultat d'un clivage. Je me suis élevé jusqu'à l'arête assez dangereuse, nommée le *Sex ro* (rocher rompu), au-dessus de Planey, et je n'ai vu que le même terrain d'ardoises noires en couches si étrangement plissées que leur inclinaison et même leur direction varient beaucoup.

[1] *Bullet. Soc. géolog. de France*, 1835, VII, 27, et 2e sér. IV, 1345.

IV. MONTAGNES DE LA RIVE DROITE DU RHÔNE.

§ 449. — De Saussure[1], après avoir examiné les **montagnes situées entre Martigny et St-Maurice** sur les deux rives du Rhône, concluait « qu'elles sont en général « du même genre et dans la même situation sur l'une et « l'autre rive..... Les différences ne sont pas très-signi- « fiantes, et les ressemblances sont, au contraire, du plus « grand poids..... Voilà de grandes et fortes analogies qui « ne permettent pas de douter que ces montagnes, pro- « duites dans le même temps et par les mêmes causes, « n'aient été anciennement unies. » Ces paroles de mon illustre compatriote expriment bien ce qu'on doit encore penser des montagnes de la Dent du Midi et des Tours Sallières, comparées à la Dent de Morcle et au Moveran, sur la rive droite du Rhône[2]. Il faut admettre avec lui que les roches des deux chaînes font partie des mêmes dépôts. Mais, tandis que de Saussure et après lui André de Gy[3] semblent croire qu'elles sont restées unies depuis que les Alpes ont pris leur relief actuel, je pense, au contraire, qu'elles se sont séparées au moment où ce relief s'est formé. C'est alors, en effet, que la grande fissure qui a donné lieu à la **vallée du Rhône** s'est déterminée. Auparavant il n'y avait pas de montagnes et les roches qui les constituent étaient successivement déposées par plusieurs mers qui ont formé, d'abord les terrains jurassiques, puis les divers étages du terrain crétacé, etc. Il n'y avait, je pense, aucune interruption dans ces dépôts entre les points où

[1] *Voyages*, § 1079.
[2] Voyez la *Carte fédérale*.
[3] *Théorie*, 124.

s'élèvent maintenant la Dent du Midi et la Dent de Morcle, c'est-à-dire que le terrain jurassique de ces deux hautes sommités ne formait qu'un seul grand dépôt, et de même pour les autres terrains. Telle est la manière dont les couches qui constituent la Dent de Morcle et celle du Midi ont été réunies jusqu'au moment où elles ont été émergées, et je ne crois pas qu'elles aient jamais formé un barrage qui fit du Valais un bassin intérieur. Il serait difficile d'expliquer l'origine de cette grande vallée, si on admettait que tous les terrains de la rive gauche ont été joints à ceux de la rive droite après l'exhaussement des Alpes.

Comme le dit de Saussure, il existe entre ces montagnes des rapports très-frappants. On trouvera des renseignements sur ce point dans un mémoire de de Charpentier[1], dans diverses notices publiées dans le *Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles*, et je vais y joindre mes observations.

§ 450. — On remarque d'abord au sommet de la **Dent de Morcle** (2938 mètres) un pli analogue à celui que j'ai indiqué au sommet de la Dent du Midi ; il a la forme d'un V incliné ou d'un C dont le dos est tourné à l'extérieur des Alpes.

Dès 1845 j'avais observé que les couches de la **montagne d'Argentine**, non loin de Bovonnaz à l'E. de Bex et de Grion, présentent une forme recourbée, de manière que celles de l'extérieur plongent sous la montagne[2]. Cette structure m'avait rappelé celle des Vergy et de la Vouille. MM. J. et P. Delaharpe ont jeté un grand jour sur son origine. Ils ont montré que la montagne d'Argentine est le

[1] *Annales des Mines*, 1819, IV, 533.

[2] M. Renevier s'est occupé de ces localités, *Bull. Soc. Vaud des sc. nat.*, IV, 204.

ambage extérieur d'une voûte gigantesque rompue, dont le Grand Moveran ou Meuvran est le jambage intérieur[1]. Le dessin que je reproduis ici en le réduisant (Pl. XIV, fig. 14) donne une idée juste du singulier pli de terrain qui s'étend au **Moveran** (3061 mètres), à la vallée de La Varre et de Nant (1260 mètres) et à la montagne d'Argentine (2418 mètres).

Les terrains qui forment ces montagnes sont les suivants d'après MM. Delaharpe : terrain nummulitique (*nu*), gault (*a*), urgonien (*u*), néocomien (*né*), valangien (*v*), jurassique supérieur ? (*j*), oxfordien (*ox*)[2].

Cette chaîne représente exactement celle de la rive gauche du Rhône. **Argentine** correspond à la **Dent du Midi** par sa position et sa composition, le grand Moveran tient la place des Tours Sallières, et la vallée de La Varre et de Nant, quoique plus grande que celle de Susanfe, a exactement la même forme ; toutes les deux sont fermées à leurs extrémités, et les ruisseaux qui les arrosent sortent par une ouverture latérale. Le raccordement entre les diverses parties d'Argentine et du Moveran, indiqué par les lignes ponctuées de la fig. 14, est analogue, quoique plus grand, à celui de la Pl. XIV, fig. 10.

Par conséquent, la structure du massif des montagnes situées sur la rive droite du Rhône est tout à fait semblable à la structure de celles qui s'élèvent sur la rive gauche.

§ 451. — M. Delaharpe cite un passage de la *Géologie de la Suisse* de M. Studer[3], dans lequel ce savant établit

[1] Esquisse de la chaîne du Meuvran (Moveran de la carte fédérale). *Bull. Soc. Vaud. des Sc. nat.*, 1861, VI, 231.

[2] Je crois que dans la partie extérieure les couches de la montagne d'Argentine doivent présenter la forme indiquée par les petites croix plutôt que celle qui est indiquée par les lignes.

[3] *Geol. der Schweiz*, II, 69.

que depuis **Gsteig**, au pied du Sanetsch, jusqu'à **Adelboden**, sur le revers N. de la Gemmi, vers le pied de la chaîne, le grès nummulitique plonge sous la montagne. Cette structure est celle en forme de douves de tonneau, dont la coupe de la Vouille est un des meilleurs exemples. Entre Argentine et Gsteig, elle a été encore signalée sur le revers N.-O. des Diablerets par M. Studer[1]. Cependant sur le revers N.-O. de l'Oldenhorn, qui vient d'être si bien étudié par M. Renevier[2], entre le Plan des Iles et Gsteig, on ne voit pas de couches dans cette position.

En résumé, cette **structure en forme de voûte** resserrée dans le bas, de manière que les couches extérieures plongent sous la montagne, s'étend dans cette partie des Alpes sur une longueur d'environ 100 kilomètres. Elle est nettement développée aux Vergy (Pl. IX, fig. 7), à la montagne de Cluses (Pl. XIII, fig. 1), au Tuet et à la Vouille (Pl. XIV, fig. 7), sur toute la chaîne de la Dent du Midi (Pl. XIV, fig. 8 et 10), à la montagne d'Argentine (Pl. XIV, fig. 14), sur le revers N.-O. des Diablerets et jusque vers Adelboden.

Cette structure, qui donne au flanc de la chaîne qui s'étend de cette dernière localité aux Vergy la forme d'un demi-cylindre, a la plus grande analogie avec la structure en éventail. On en explique bien plus facilement l'origine par le refoulement latéral des terrains que par leur soulèvement; mais quelle que soit la force qui l'ait produite, elle a été parfois assez puissante pour rompre les couches.

§ 452. — Il est un autre trait de la structure du sol, qui paraît avoir également une certaine importance, mais qui

[1] *Geol. der Schweiz*, II, 151.

[2] Notices géol. et paléont. sur les Alpes vaudoises. Massif de l'Oldenhorn. *Bull. Soc. Vaud. des Sc. nat.*, 1865, VIII, 273.

est peu visible; car il est presque toujours au fond d'une dépression. Je veux parler de la faille qui se remarque à une certaine distance à l'extérieur et au N.-O. de la chaîne dont je viens de m'occuper, et qui met en contact la cargneule et les gypses triasiques avec les roches schisteuses du flysch ou macigno alpin. Cette faille a une longueur à peu près égale à celle du renversement des couches crétacées et nummulitiques que je viens de signaler; il semble qu'il existe une certaine liaison entre ces deux traits de structure. La faille commence du côté du S.-O., au col de Châtillon (§ 404); peut-être en trouve-t-on quelques traces au Môle (§ 276) ou sur le flanc de la Vuarde (§ 282). Elle passe à la limite de l'affleurement des cargneules et des gypses du côté des grandes Alpes, c'est-à-dire : au ruisseau de Valentine (§ 306), aux cols de Golèze (§ 441) et de Coux, sur la rive gauche du Val d'Illiez, à la limite S.-E. du massif des gypses de Bex près de Frenière. De là elle paraît traverser les Diablerets à l'O. du rocher du Vent; on la revoit au Plan des Iles, au col du Pillon, à Gsteig, à Lauenen, à Lenk et dans la vallée d'Adelboden.

La faille paraît être flanquée sur toute sa longueur à l'E. par des roches de macigno alpin et par le renversement nummulitique dont j'ai parlé, à l'O. par la cargneule et par les gypses. Ceux-ci sont recouverts par des roches au sujet desquelles il peut y avoir de l'incertitude sur quelques points, mais qui, en définitive, doivent être classées dans le terrain liasique ou dans le terrain jurassique. M. Renevier a nettement dessiné cette faille entre Gsteig et le Plan des Iles [1].

Les rapprochements que je viens de faire entre les mon-

[1] Mém. cité.

tagnes de la rive droite du Rhône et celles de la rive gauche, et qui résultent, soit de mes propres observations, soit de celles d'autres géologues, m'ont entraîné bien loin des Avoudruz. Ce massif est bien plus compliqué que celui des Fiz et que celui des Vergy et de la Tournette, si l'on en excepte le Reposoir et la montagne de Sulens. Les dislocations du sol y sont fort grandes et les montagnes fort élevées. Ce sont autant de raisons que je fais valoir en réclamant l'indulgence de mes lecteurs pour l'étude incomplète que je termine ici.

CHAPITRE XXI

MASSIF DU BRÉVENT ET DES AIGUILLES ROUGES

I. Des limites du massif, des auteurs, § 453.

II. Du Brévent et de ses environs. Servoz, son ancien lac, ses mines, ses minéraux, 454. — Terrain houiller, 455. — Coupeau. Montagne du Fer; végétaux houillers, 456. — Base du Brévent, 457. — Course de Chamonix à Moëde; Pliampra; les Crottes, calcaire dans le gneiss; sommet de Brévent, 458. — Protogine rare; Arlevé. Vallée de la Dioza, 459.

III. Rive droite de la Dioza. Coupe entre la Dioza, le col d'Anterne et les Fiz; terrain houiller, végétaux fossiles; terrain triasique; terrain jurassique; terrain crétacé; résumé, 460. — De Moïde ou Moëde à Sixt. Col d'Anterne, fossiles calloviens. Dénudation. Taneverge du Buet. Les Fonds, 461. — De Moëde à Servoz; Pormenaz, 462.

IV. Les Aiguilles Rouges. Les Rafforts près de Chamonix, calcaire, terrain houiller, 463. — La Flégère, Glière, Floria. Première vue du calcaire au sommet de l'Aiguille Rouge, 464. — Lac Noir. Lac Cornu, belles roches, 465. — Tentative pour monter à l'Aiguille Rouge, 466. — Ascension en partant de Villy, 467. — Observations, 468. — Descente. Conclusion, 469. — Necker. Dolomieu. Pallas, 470.

V. De la vallée de Valorsine et du Buet a la vallee du Rhône. Col des Montets. Valorsine, filons de granit, 471. — De Saussure Hutton, position du granit, 472. — Le Buet, sa coupe, 473. — Son sommet. Berthout van Berchem. De Luc. Escher, 474. — Col de Salenton, coupe de Villy, 475. — Grenairon. Vieux Cheval-Blanc, fossiles calloviens. Coupe dans la vallée d'Entraigues, 476.

Vallée de Salvan. Perron. Van, 477. — Col de Salanfe. Salantin. Chalet de Salanfe, 478. — Emaney. Barberine. Col de Taneverge, fossiles. Tours Sallières. Pointe de Taneverge, 479. — Grand Moveran, fossiles, 480. — Cascade de Barberine, 481.

VI. Vallée du Rhône de St-Maurice a Martigny. Evionnaz, 482. — Pissevache. Terrain houiller de Vernayaz, 483. — Trient. La Bathie, calcaire, 484.

Rive droite du Rhône. Morcle. Terrain nummulitique, terrain crétacé, terrain jurassique, trias, arkose. Deux massifs cristallins. Terrain houiller d'Erbignon, végétaux fossiles, calcaire de Fully, 485.

VII. Résumé relatif au massif des Aiguilles Rouges. Terrains. Soulèvement, 486. — Dénudation, sa puissance, son époque, son influence sur le terrain erratique, 487.

I. DES LIMITES DU MASSIF, DES AUTEURS.

§ 453. — La chaîne du Brévent et des Aiguilles Rouges s'étend des rives de l'Arve, dans la partie S.-O. de la vallée de Chamonix, à celles du Rhône. Elle est limitée du côté du S.-E. par la vallée de Chamonix, le passage des Montets, la vallée de Valorsine et celle de Salvan (j'ai joint au massif du Mont-Blanc les montagnes des Posettes et de l'Arpille, § 516). Du côté du N.-O., la limite passe au pied des Fiz, descend dans la vallée de Sixt, remonte au col de Taneverge et suit le bord des schistes cristallins, coloriés en rose sur ma carte géologique, jusque près d'Évionnaz dans la vallée du Rhône.

Je décrirai la chaîne en la parcourant du S.-O. au N.-E. Je devrais peut-être y joindre celle du Prarion située sur la rive gauche de l'Arve, qui est évidemment le prolongement des Aiguilles Rouges. Mais la liaison intime qui existe entre le Prarion et le Mont-Blanc m'a décidé à réunir la description de ces deux montagnes.

Les principaux renseignements que nous avons sur la chaîne des Aiguilles Rouges, se trouvent dans les travaux de de Saussure (1779 à 1786)[1], de Berger (1803)[2], de Necker (1828)[3], de M. Studer (1851-1853)[4] et de M. de Mortillet (1858)[5]. J'ai aussi parlé de ces montagnes dans mes *Recherches géologiques faites dans les environs de Chamonix*

[1] *Voyages*, § 546, 639.

[2] *Journal de phys., chimie et d'histoire nat.*, 1803, LVIII.

[3] Mém. sur la vallée de Valorsine. *Mém. de la Soc. de Phys. et d'Hist. nat. de Genève*, IV.

[4] *Geologie der Schweiz*, I, 109, 160, 358; II, 14.

[5] Minér. et géol. de la Savoie. *Ann. de la Ch. Roy. d'agr. et de comm.*, IV.

en 1848[1] et dans mon travail sur le lias et le keuper de la Savoie[2]. Dolomieu, ainsi que MM. Forbes et Sharpe en ont dit quelques mots. Dans la description que nous allons donner nous rappellerons la plupart de ces travaux.

II. DU BRÉVENT ET DE SES ENVIRONS.

§ 454. — La chaîne des Aiguilles Rouges commence, comme je l'ai dit, sur la rive droite de l'Arve près du passage des Montées et non loin du village de **Servoz.**

La plaine autour de ce village était occupée autrefois par une eau calme et tranquille, comme l'indique le nom du village du Lac qui n'en est pas éloigné. M. Berthout l'affirme: « Ce lac, dit-il, se nommait lac de St-Michel, « et l'Arve coulait alors dans le vallon du Châtelard. Mais « les eaux s'étant fait un passage au-dessous de l'endroit « où se trouve maintenant le village de Servoz, ce lac se « vida presque entièrement. Un éboulement venant des « rochers au-dessus de Servoz ayant arrêté ce nouveau « cours de l'Arve, le lac se reforma derechef. Enfin, dans « le siècle passé, il s'est vidé tout à fait, et la plaine, habitée « maintenant, fut entièrement découverte, et le long du « côteau du Châtelard on retrouve encore le chemin qui « suivait le bord de ce lac[3]. » Il n'est pas difficile de faire cadrer ce récit avec la tradition rapportée par Bakewell[4]. D'après celle-ci « le lac de St-Michel a été comblé par un

[1] *Biblioth. Univ. de Genève*, 1848, VII, 265. — *Bull. Soc. géol. de Fr.*, 1848, V, 260, reproduit. *New. Edimb. Philosoph. Journ.*, Jameson 1848, XLV, et *Neues Jahrb.* de Leonhard u. Bronn, 1849, 39.

[2] *Mém. Soc. de Phys.*, 1859, XV.

[3] Berthout, *Itinéraire*, 1816, 75.

[4] *Travels in Tarentaise*, I, 356.

« grand éboulement, et la ville de Dionysia ou Diouza, « placée dans la plaine non loin de Passy, a été ensevelie « par l'inondation qui en est résultée. On dit qu'à une cer- « taine époque, après une inondation de l'Arve, on vit en- « core une cheminée sortant du sol, mais que l'on n'a fait « aucune fouille pour découvrir les ruines. » C'est près de Servoz également qu'eut lieu l'immense éboulement des Fiz dont j'ai parlé (§ 418).

Quoique je n'aie jamais voulu m'occuper des mines de la Savoie, il y en a un trop grand nombre autour de Servoz pour que je les passe sous silence. Ces mines sont nombreuses et variées; mais toutes abandonnées depuis longtemps, sauf quelques galeries où il y a eu, depuis peu d'années, quelques tentatives de travaux qui n'ont pas eu, je crois, d'heureux résultats.

L'on trouve quelques détails sur ces exploitations dans le *Journal des Mines*, an III, t. I, nº V, p. 33, et dans un ouvrage de Berthout van Berchem[1].

La mine de Sainte-Marie au Fouilly se compose d'un mélange de cuivre, de plomb, de zinc, de fer et de sulfure d'antimoine; celle de Vaudagne, sur la rive gauche de l'Arve, renferme des pyrites aurifères, de la blende et de la galène.

Dans la montagne de Pormenaz, sur la rive droite de l'Arve et de la Dioza, on a exploité : 1º les mines de Roissy qui contenaient du sulfate de baryte mêlé de quartz, du cuivre et du plomb argentifère; 2º les mines de la Sourde renfermant du plomb argentifère et de la baryte sulfatée. Cette dernière substance se trouve aussi dans une carrière au bord de l'Arve, en aval du village du Lac. Ces diverses

[1] *Excursions dans les mines du Haut-Faucigny*. Lausanne, 1787. — Alb. Beaumont en a dit quelques mots, *Descrip. des Alpes Grecques et Cottiennes*, 1re part., II, 273, et 2e part., II, 72.

mines ont fourni de fort jolis échantillons de minéralogie. Les principales espèces qui y ont été recueillies sont les suivantes :

Chaux carbonatée.
Baryte sulfatée.
Quartz hyalin.
Albite.
Fer carbonaté.
Fer oligiste.
Pyrite cuivreuse.
» jaune aurifère.
Cuivre carbonaté vert.
Cuivre antimonial.
Plomb sulfuré.
Bournonite.
Argent vitreux.
Antimoine sulfuré.
Silicate rose de manganèse.

Très-souvent deux ou trois de ces espèces sont associées de manière à former des groupes curieux et élégants.

§ 455. — Le sol des **environs de Servoz** est en grande partie constitué par le **terrain houiller.** Les couches en sont généralement dirigées du N. 10° E. au S. 10° O. avec une forte inclinaison à peu près à l'E.; on en voit cependant qui courent du N. au Sud. M. Necker a recueilli dans les schistes argileux de cette formation, à la colline du vieux château de Servoz[1], des empreintes de fougères recouvertes d'une pellicule blanche.

Cette même formation occupe un assez grand espace sur le revers occidental du Brévent et de la montagne de Pormenaz. Elle est composée de roches très-variées. La prin-

[1] Mém. cité.

cipale est un schiste argileux noir, plus ou moins micacé. Ce schiste contient, à l'endroit nommé Au Pas, un quartz lydien noir qui devient blanc sous l'action du chalumeau. Cette roche s'associe, près du pont Pélissier, à des schistes verdâtres et gris qui passent insensiblement au pétrosilex. Sur la rive droite de la Dioza, le grès houiller prend un aspect cristallin, des schistes verts et peut-être certains pétrosilex en font partie, et il se distingue avec beaucoup de peine des gneiss, des micaschistes et des protogines du voisinage.

Près du pont Pélissier, les roches précédentes sont accompagnées d'un schiste alumineux et pyriteux noir qui se couvre d'efflorescences. Les ardoises de la base de la montagne de Pormenaz présentent quelquefois des sortes de stries parallèles et régulières, qui leur donnent un aspect fibreux, assez semblable à celui du bois; et les couches de ces ardoises alternent avec des bancs de grès qui ressemblent, à s'y méprendre, à des schistes cristallins.

§ 456. — La mine d'anthracite la plus importante de ce terrain houiller est celle de Coupeau, sur la rive droite de l'Arve, en face du village des Ouches. On peut admirer près d'elle de belles **surfaces moutonnées** qui atteignent 1670 mètres au-dessus de la mer (§ 124) et s'élèvent plus haut que le col de la Forclaz sur la rive gauche de la rivière. Les blocs erratiques de protogine se remarquent également à une grande élévation. Le village de Merlet paraît voisin de leur limite supérieure. M. Ch. Martins a signalé au bord de l'Arve une belle marmite de géant *(pot-hole)* située un peu en amont du pont, entre les Ouches et Coupeau. Ces cavités ne sont pas, comme on l'avait dit, d'anciennes traces de glacier; car dans plusieurs localités, à Alby entre Annecy et Aix, à la Perte du Rhône et au Trient (§ 484).

elles sont journellement creusées par le mouvement des eaux; lorsque celles-ci font tournoyer des graviers et des sables dans les cavités, leur perforation avance rapidement.

Les trois couches d'anthracite de la **mine de Coupeau** ou **Couppez** ont une puissance totale de quatre mètres sur certains points; mais elles sont irrégulières et souvent étranglées. Leur direction est celle du N. un peu E. au S. un peu O., plongeant à l'E. Elles sont dans des schistes argileux noirs micacés et dans des grès grossiers [1]. L'anthracite renferme des rognons durs de calcaire argilo-ferrugineux. En s'élevant au-dessus de la mine pour aller à la **montagne du Fer**, localité riche en empreintes végétales, on passe dans un joli pré entouré de sapins qui a été le théâtre, il y a une quinzaine d'années, d'une lutte terrible entre un paysan et un lynx qui avait été pris dans un piége.

La montagne du Fer est sur le revers N.-O. du Brévent (Pl. XVIII, fig. 1). Les couches de schistes argileux ardoisiers et de schistes argileux, plus ou moins micacés, qui la forment, sont remplies d'empreintes de plantes appartenant aux espèces suivantes, d'après l'examen que M. le professeur Heer a bien voulu faire [2] des échantillons de ma collection :

Neuropteris flexuosa, Sternb.
var. tenuifolia, Br.
» Leberti, Hr.
» gigantea, Br. (Sternb?)
» heterophylla, Br.
» microphylla, Br.
» Brongnarti, Sternb.
Cyclopteris lacerata, Hr.

[1] M. de Mortillet nous dit que la roche ressemble à des schistes cristallins et qu'elle est pénétrée de graphite grossier. *Géolog. et Min.*, § 141.
[2] *Archives*, 1863, XVI, 177.

Pecopteris polymorpha, Br.
» Pluckenetii, Br.
Calamites Cistii, Br. (Asterophyllites equisetiformis, Schl.)
Annularia brevifolia, Br. (sphenophylloides, Zenk.)
Cordaites borassifolia, Sternb. sp.

Ces végétaux sont caractéristiques du terrain houiller. Les couches qui les renferment se dirigent à peu près du N. au S.; elles plongent à l'E., c'est-à-dire contre le Brévent. Un peu avant d'arriver au gisement des végétaux, on voit des couches de schistes argileux micacés, dirigées du N. 30° O. environ, au S. 30° E., presque verticales, ayant cependant une tendance à plonger sous la montagne. Ces roches sédimentaires sont donc par rapport aux roches cristallines gneissiques du Brévent, dans une position semblable à celle que les terrains jurassiques occupent dans le flanc de la chaîne du Mont-Blanc, où on les voit plonger sous les roches cristallines.

La montagne du Fer est dominée par une pointe que l'on nomme l'Aiguillette. Si l'on cherche à faire la coupe de cette montagne jusqu'aux bords de l'Arve près des Ouches (coupe qui se fait un peu en contournant la montagne), on obtient la succession suivante, dans laquelle les roches sont à peu près disposées comme dans la Pl. XV, fig. 6 :

1. Schiste cristallin verdâtre, faisant partie des roches qui constituent la masse du mont Brévent.
2. Poudingue et grès micacé grossier.
3. Grès gris, plus fin que le précédent, ou grès houiller.
4. Schiste argileux avec végétaux fossiles.
5. Grès gris.
6. Grès poudingue.
7. Ardoise noire.
8. Schiste talqueux avec des veines de quartz, qui con-

stitue le bord de l'Arve, et qui est parsemé de beaucoup de blocs erratiques gisant à sa surface.

§ 457. — Je serais porté à croire que la plus grande partie de la **base du Brévent**, du côté de la vallée de Chamonix, est formée par une bande peu épaisse de terrain houiller; car je trouve au-dessous du village de Merlet, non loin de Coupeau, une brèche verdâtre, singulière, qui paraît formée par des fragments de pétrosilex ressoudés, et qui n'a guère de rapport avec les roches réellement cristallines. Plus près de Chamonix et en face du glacier des Bossons, la roche est feuilletée, noirâtre et légèrement carburée. Elle est perforée d'un grand nombre de petits trous provenant de pyrites décomposées. Un peu plus loin, près des jolies sources nommées les Gouilles, qui sortent du pied de la montagne, on voit encore un schiste verdâtre, probablement houiller, s'appuyer sur les roches cristallines avec lesquelles il se confond aisément. Mais à une demi-heure au-dessous de Chamonix, les roches cristallines du Brévent bordent la vallée. Ce sont les gneiss ordinaires de la chaîne avec du feldspath blanc, du mica brun et noir en grandes lames et du quartz; il y a des variétés de cette roche dans lesquelles le feldspath paraît remplacé par du pétrosilex verdâtre. Elles renferment des veines ou nids d'une espèce de granit contenant: soit de grandes lames de mica blanc, soit de petits amas de chlorite. La présence de ces roches près de Chamonix n'est point en opposition avec l'existence d'une bande de terrain houiller difficile à distinguer des schistes cristallins, située à la base méridionale de la chaîne du Brévent. Je parlerai plus loin de roches semblables aux Rafforts (§ 463) et à Argentière (§ 513).

§ 458. — La course **de Chamonix au col d'Anterne**

en passant par le Brévent est fort curieuse; les points de vue y sont aussi variés que les roches.

De Chamonix au chalet de Pliampra, on ne voit que des éboulements et des gneiss en place qui, de même que ceux qui dominent le chalet, ont des aspects très-divers, quoiqu'ils ne soient composés que de quartz, de feldspath et de mica: mais celui-ci est blanc, noir, verdâtre ou rougeâtre: cette dernière couleur, très-répandue dans la chaîne dont nous nous occupons, est la raison pour laquelle on lui donne le nom d'Aiguilles Rouges. On y voit aussi des micaschistes blancs à mica argentin, des filons très-feldspathiques et d'autres quartzeux avec des nids de chlorite. De Saussure a remarqué que les couches de ces roches sont parallèles aux veines intérieures de la pierre, et qu'elles suivent la direction de l'aiguille aimantée.

Le **chalet de Pliampra**, à 2080 mètres au-dessus du niveau de la mer, est à la limite supérieure des roches moutonnées et arrondies par les glaciers de la vallée de Chamonix.

Si l'on croit en avoir le temps, il vaut la peine, avant de gravir la sommité du Brévent, de se rendre **aux Crottes**, près du sentier de la Flégère, pour voir des calcaires dans le gneiss. Les roches de cet endroit sont les mêmes que celles que je viens de décrire; le gneiss renferme cependant des veines d'une substance d'un vert foncé, écailleuse, voisine de la serpentine, d'autres de graphite et des nids de quartz, de mica et de pinite. Quelques-uns de ces gneiss ou micaschistes sont assez blancs, pour qu'ils se confondent avec le calcaire saccaroïde qui forme des veines dans leur intérieur, et il y a aussi de très-petites couches contournées de calcaire siliceux noir et compacte. La présence de ces minéraux, et surtout celle du calcaire et du graphite,

doit faire ranger ces gneiss parmi les formations sédimentaires. La direction des couches est du N. 5° E. au S. 5° O., par conséquent, elles coupent la chaîne et doivent affleurer sur son faîte près des Aiguilles Pelchires. Auguste Balmat, guide distingué, prétendait que les Aiguilles Pourries, entre le Brévent et les Aiguilles Rouges, étaient traversées par un autre banc d'un calcaire semblable. Je dois à ce même guide de l'épidote verte, bacillaire, qu'il avait recueillie, disait-il, dans les pentes du Brévent au-dessus de Chamonix, et je possède du titane rutile venant aussi de cette montagne.

A la gauche du sentier de Pliampra au **sommet du Brévent**, plus bas que la *Cheminée*, on trouve fréquemment des cristaux de tourmaline noire dans des masses quartzeuses et feldspathiques. Les grandes lames de mica ne sont pas rares.

Le sommet du Brévent est justement renommé pour la beauté de la vue; on ne se lasse pas d'y contempler le massif du Mont-Blanc, aussi beau dans ses détails que dans son ensemble. Au reste, de toute la chaîne des Aiguilles Rouges, on est aux premières loges d'un théâtre, dont la scène est occupée par la plus haute montagne de l'Europe.

La cime du Brévent, élevée de 2550 mètres environ au-dessus du niveau de la mer, est couverte d'une immense quantité de débris, qui attestent la rapidité avec laquelle les roches se décomposent.

§ 459. — En descendant à l'O. du côté du **lac du Brévent**, tout en obliquant un peu à gauche, on voit, à 150 ou 170 mètres au-dessous du sommet et à 30 ou 40 pas de l'escarpement, un filon de protogine rouge et rose, dont la direction est du N. 30° E. au S. 30° O. Cette roche est composée presque entièrement de feldspath rose et d'un

peu de chlorite verdâtre; elle prend quelquefois l'aspect porphyroïde et ressemble au porphyre quartzifère, et à un certain porphyre à pâte rose et à cristaux de feldspath et de quartz gris, qui a été trouvé dans le cours de l'Arve. La protogine rose, avec des caractères plus ou moins variés, est très-abondante sur le revers N. du Brévent et des Aiguilles Rouges.

On observe encore, près du filon dont je viens de parler, une roche presque entièrement formée de feldspath rose, sans chlorite et avec peu de quartz, qui fait effervescence avec les acides. Elle offre la plus grande ressemblance avec le grès arkose des Chavans (§ 492).

Sur le **revers N. du Brévent,** l'éclogite formée de grenats et d'amphibole n'est pas rare, pas plus que l'amphibole d'un vert clair et les granits veinés ou gneiss dans lesquels les éléments sont très-distincts. Les roches du Brévent ont très-peu de rapport avec celles du Mont-Blanc. Le vrai mica est beaucoup plus répandu dans la première de ces deux chaînes que dans la seconde, où dominent le talc et la chlorite.

Pour atteindre le **chalet d'Arlevé** qu'on appelle aussi Arvelay ou Arclevé, et qui est à 1901[1] ou plutôt 1884 mètres au-dessus du niveau de la mer, d'après deux de mes observations barométriques, il faut descendre du côté du N. en partant de la cime[2]; on chemine toujours sur les roches que je viens d'indiquer; la plus répandue est un gneiss à grandes lames de mica noir. La direction des feuillets de ces roches est, de même qu'à Pliampra, du N. au S. magnétique. A trois quarts d'heure au-dessous du sommet,

[1] *Journ. de Phys.*, LXIV, 314.

[2] De Pliampra on passe à un endroit de la chaîne du Brévent élevé 2378 m. au-dessus de la mer.

on voit un filon de protogine rose et des schistes cristallins noirs contenant des grenats et des fragments d'une matière voisine de la serpentine. MM. Pictet, dans leur *Itinéraire*, indiquent près d'Arlevé la présence de la tourmaline noire et de la pinite.

J'ai déjà parlé des traces laissées par l'ancien glacier de la Dioza. Ce sont des roches moutonnées qui s'élèvent à environ 150 mètres au-dessus d'Arlevé, soit à 2034 mètres (et non pas 2084 mètres, § 125), et à 1975 mètres environ sur la rive droite de la vallée. Le passage de la Dioza était fort mauvais il y a peu d'années, maintenant il est arrangé.

III. RIVE DROITE DE LA DIOZA.

§ 460. — En continuant la course que j'ai commencé à raconter, nous examinerons la coupe de la Dioza au col d'Anterne (Pl. XV, fig. 1); elle fait connaître la présence du terrain houiller et du terrain triasique. M. Necker l'a donnée; je la reproduirai avec quelques modifications, en allant de bas en haut :

Au bord de la Dioza on voit un leptynite (*s*) très-feldspathique, contenant quelques taches micacées ou talqueuses.

Schistes talqueux (*s'*) qui viennent au-dessus.

Grès houiller gris (*hp*), ressemblant au grès du Trient (§ 529), avec des rognons et des veines de quartz.

Ardoises (*hf*) très-contournées.

Une nouvelle couche de grès (*hp'*), à ce qu'il semble.

Schistes à empreintes de plantes (*hf'*), semblables à (*hf*), se retrouvant au-dessus de **Moëde ou Moïde** (*hf''*). Les végétaux fossiles y sont beaux, surtout près des chalets, du côté de Villy; ils se rapportent aux espèces suivantes :

Neuropteris flexuosa, Stb.	Col de l'Ecuelle[1].
» Brongnarti, Stb.	id.
Pecopteris Pluckenetii, Br.	id.
Annularia brevifolia, Br. (Sphenophylloïdes, Zenk.)	id. et Moëde.

Une couche de grès (*ak*) passant au quartzite, qui se montre sur le bord du lac de Pormenaz.

Au-dessus un schiste argilo-ferrugineux rouge et vert (*ar*), semblable à celui d'Argentière (§ 513) qui est le type de cette formation. M. Studer le place d'une manière différente dans la coupe[2] qu'il a donnée de cette localité. Il l'indique *au-dessous* des schistes houillers à empreintes de fougères, et M. Necker ne le mentionne pas.

La cargneule (*ca*) liée à un calcaire rose.

Ces trois dernières couches appartiennent au terrain triasique, et sont surmontées par des calcaires jurassiques ou liasiques, et par des schistes plus ou moins ardoisiers du col d'Anterne.

L'immense escarpement des Fiz domine soit le lac de Pormenaz, soit le col d'Anterne, et renferme la série des terrains secondaires et tertiaires jusqu'au grès de Taviglianaz. Ainsi dans cet escarpement des Fiz à la Dioza se voient toutes les formations alpines, comme le montre la Pl. XVIII, fig. 1 ; en voici le résumé :

Grès de Taviglianaz.
Terrain nummulitique.
Craie.
Grès vert.
Terrain urgonien.

[1] Passage entre Sixt et Villy. Il n'est pas loin de Moëde, et la couche est le prolongement de celle qui nous occupe.

[2] *Geol. der Schweiz*, I, 358. — *Bullet. Soc. géolog. de France*, XII, 577, et Girard, *Valais, Velay, Vivarais*, 1861, Pl. 2.

Terrain néocomien.

Terrain jurassique et terrain liasique?

Cargneule.

Schiste argilo-ferrugineux rouge et vert.

Grès et quartzite.

Schiste argileux à empreintes de fougères.

Grès houiller.

Schistes talqueux (peut-être une partie du terrain houiller se confond-elle avec eux).

Leptynite et schistes cristallins, peut-être semblables à la protogine sans quartz dont parle M. Élie de Beaumont, et dont il dit : « Cette manière d'être paraît être particu- « lière aux parties extérieures des masses granitoïdes [1]. »

J'ai déjà exposé, il y a quelques années [2], les différences qui existent entre la coupe que je viens de donner, et celle que M. Necker avait relevée dans la même localité : je n'y reviendrai pas. Cet endroit est un de ceux où l'on voit le mieux que la formation houillère repose sur les schistes cristallins, et qu'elle est le terrain sédimentaire le plus ancien de cette partie des Alpes, à moins qu'on ne puisse établir qu'une partie des roches classées dans les schistes cristallins appartient à une formation paléozoïque.

§ 461. — Le terrain jurassique du **col d'Anterne** (2265 mètres) forme, des Fiz au Buet, une longue arête qui, dans ses diverses parties au N. du col, se nomme Frêtes de Moëde, col de Léchaud, et dont la pente du côté de Sixt est un plateau plus ou moins incliné, terminé à sa base par des escarpements et des vallons. Ce terrain est composé de calcaire noir et de schistes argileux, argilo-calcaires,

[1] Faits pour servir à l'histoire des montagnes de l'Oisans. *Ann. des Mines*, 3e sér., V. Ex. à part, p. 8.

[2] *Mém. sur les terrains liasique et keupérien*, 1859, p. 59.

nales et occidentales sont formées par le terrain houiller, tandis que le reste est composé de roches cristallines. La limite entre ces deux ordres de terrains se trouve à peu près sur le sentier de la mine de la Sourde. La protogine de Pormenaz est une belle roche à grands cristaux de feldspath rose, disséminés dans une pâte verte de quartz, de mica ou de talc. Le comte Razoumowsky en a dit quelques mots[1], ainsi que le citoyen Berthout[2]. Je rappellerai que près de Servoz, Alexandre Brongniart avait signalé la présence des fossiles dont j'ai parlé (§ 426).

La vallée de la Dioza est dans sa partie inférieure près de Servoz, si étroite et si escarpée que ce n'est pas sans danger, dit-on, qu'on la suit pour aller de Servoz à Moëde. Les roches y sont arrondies et moutonnées, et cette forme, qui provient dans le bas de l'action des eaux et dans le haut de celle des anciens glaciers, se montre jusqu'au sommet de la montagne de Pormenaz qui atteint 2534 mètres d'altitude.

Je termine ici la description de la partie méridionale de la chaîne du Brévent et des Aiguilles Rouges, et je passe à celle qui est située au N. de Chamonix.

IV. LES AIGUILLES ROUGES.

§ 463. — Non loin du sentier de Chamonix à la Flégère, près des Praz, dans une localité nommée les **Rafforts** (les fours à chaux), se trouve un petit lambeau de calcaire épargné dans la grande dénudation qui a emporté les masses

[1] *Essai d'un système des transitions de la nature dans le règne minéral.* Lausanne 1785, p. 80.

[2] Mémoire déjà cité.

minérales de même nature, dont les Aiguilles Rouges et le Brévent étaient jadis recouverts. Cette petite masse calcaire, appliquée contre la base des Aiguilles Rouges, a donc un intérêt tout particulier. Le rocher principal (*c*, Pl. XV, fig. 2) est de calcaire noir veiné de spath blanc, non stratifié, ne renfermant aucun fossile déterminable ; il est associé à un calcaire blanc cristallin. Au-dessus, la pente est couverte d'éboulements (*d*), et à une certaine élévation on voit un rocher d'une vingtaine de pieds de hauteur, formé de grès (*g*), séparé du corps de la montagne par un passage si étroit qu'on a de la peine à le traverser et dont le sol est de schiste argileux noir (*a*). La couche suivante est aussi un grès (*p*) ayant un grand rapport avec le gneiss ; on y trouve cependant des rognons et des cailloux, comme dans le poudingue de Valorsine auquel il ressemble. Le corps de la montagne est de gneiss (*s*) contenant de grandes et de petites paillettes de mica et des cristaux de quartz hyalin. Le calcaire des Rafforts est sans aucun doute de même âge que celui de la Côte du Piget au pied de la Mer de Glace (§ 508), lequel est jurassique et renferme des bélemnites.

Il est probable que ce calcaire s'appuie sur le terrain houiller. Ce dernier est peu reconnaissable ; il est le prolongement de celui d'Argentière (§ 513) et forme une bande étroite qui s'étend au pied des Aiguilles Rouges. Toutefois il est singulier de ne voir ici aucune trace du terrain triasique.

§ 464. — Le sentier de Chamonix à la **Flégère** est en grande partie tracé sur le gneiss qui forme la base des Aiguilles Rouges et qui est associé à quelques amas de roches pétrosiliceuses, talqueuses ou amphiboliques. On trouve des cristaux de quartz laiteux dans un grand éboulement au-

dessus des chalets de la Flégère, et on remarque autour de cet endroit de nombreuses roches moutonnées, qui s'élèvent jusqu'à 1900 mètres au-dessus du niveau de la mer.

De la Flégère (1878 mètres, moyenne de quatre observations), on met trois heures et demie pour monter au sommet de l'**Aiguille de Glière**[1], l'une des Aiguilles Rouges. Il faisait un temps d'une beauté remarquable, lorsque je fis cette course (12 août 1847), pendant laquelle je suivais avec intérêt l'ascension de M. Smith au Mont-Blanc.

Je fis une longue station au sommet de cette aiguille, jouissant de divers points de vue, soit sur le Mont-Blanc, soit sur la chaîne des Fiz et du Buet, dont les hauts sommets encadrent les montagnes plus éloignées de la Savoie, de manière à former une succession de magnifiques tableaux. Je considérai longtemps avec un inexprimable plaisir cette scène majestueuse; mais tout à coup je remarquai, au N.-E., dans l'une des Aiguilles Rouges, une structure qui me ramena subitement à un autre ordre d'idées, non moins grand et non moins relevé que la rêverie où m'avait plongé la contemplation du grand spectacle que j'avais sous les yeux.

Je voyais toutes les Aiguilles Rouges formées de gneiss en couches verticales; je les examinais avec la lunette lorsque je fus frappé de l'espèce de chapeau que portait la plus élevée. Ce chapeau (*c*, Pl. XV, fig. 7) est formé par des couches presque horizontales, reposant sur les tranches du gneiss qui compose le corps de la montagne. Cette vue captiva toute mon attention. Il était évident que la discor-

[1] Élevée de 2855 mètres d'après une observation barométrique. Les guides donnent souvent et à tort le nom de Floria à cette aiguille, qui se réservent ce nom à la plus haute des Aiguilles Rouges; lorsque j'ai fait, en 1847, les courses dont je parle, la nomenclature de ces Aiguilles n'était pas fixée.

dance que je voyais entre les couches presque horizontales et le gneiss, indiquait que le chapeau de l'Aiguille Rouge était d'une autre nature que l'aiguille même. Je crus reconnaître du calcaire ou des ardoises; mais mon guide Couttet assurait qu'on ne trouvait ni calcaire, ni ardoise dans ces montagnes. J'aurais voulu examiner immédiatement ces couches problématiques, mais il était trop tard; d'ailleurs, la fin de la journée avait une autre destination.

§ 465. — Je désirais aller au S.-O. pour observer les roches si belles et si variées du **lac Cornu** dont M. Necker a donné une courte et intéressante description[1]. Toute la masse de cette partie des Aiguilles Rouges est formée par un gneiss en couches verticales, dirigées du N. au S. magnétique ou du N. au S. vrai. Cette roche et cette structure s'observent à l'Aiguille de Glière, au lac Cornu, à l'Aiguille Pourrie, à l'Aiguille de Léchaud, etc. La protogine rose se trouve, dit-on, un peu plus au S., au col de la Passe; elle est plus répandue dans la partie basse du revers N. de la chaîne que dans les hauteurs.

En descendant de l'Aiguille de Glière du côté de l'O., je rencontrai diverses espèces de vrais gneiss. Ils ont souvent une teinte foncée dans l'intérieur et presque blanche à l'extérieur. La grosseur des éléments est variable; le mica est brun, noir ou blanc. Les strates sont excessivement contournées et repliées sur elles-mêmes, comme on le voit dans la Pl. XVI, fig. 5. On trouve aussi des roches de feldspath et de quartz, dans lesquelles l'élément feuilleté est presque nul; ce sont des espèces de leptynites ou de pegmatites. On y voit de petites masses roses, grosses comme la tête d'une

[1] Mém. sur la vallée de Valorsine. *Mém. de la Soc. de Physiq. et d'Hist. nat.*, 1828, IV.

épingle, qui ont la couleur du rubis, mais qui sont probablement du grenat.

On arrive bientôt au **lac Noir**, peu grand et d'un aspect fort sauvage. Il y a, ce qui est assez rare, beaucoup de neige au-dessous de la surface de l'eau, et le lac paraît avoir une grande profondeur. Cette neige est percée d'une multitude de trous verticaux, qui la font ressembler à une construction d'architecture bizarre et presque gothique. Ils sont produits par des courants d'eau réchauffée par le soleil. L'eau du lac, qui est à la température de la glace fondante, devient plus pesante en se rapprochant de 4° C., et en descendant, elle fond la neige qui est au-dessous d'elle, en lui donnant des formes bizarres. L'eau qui est au-dessus de la neige paraît d'un bleu clair azuré, et celle qui est au-dessous d'un bleu de Prusse foncé, presque noir. Quelques masses de glace flottent à la surface du lac et, à tout prendre, le lac Noir présente un aspect si boréal, qu'avec un peu d'imagination on croirait voir une miniature de quelques points du Groënland ou du Spitzberg.

La plus grande partie de cette portion des Aiguilles Rouges et les environs du lac Noir sont occupés par de grandes et belles roches polies, arrondies, moutonnées, ayant des stries et de profonds sillons. Ces surfaces entourent le **lac Cornu** (2304 mètres, Pl. XV, fig. 8), situé dans une espèce de bassin borné à l'E. par les Aiguilles de Charlanoz, les Aiguilles Pourries, etc., qui s'élèvent à 2599, 2454 et 2604 mètres d'après la carte du capitaine Mieulet: elles atteignent presque le sommet de l'Aiguille de Glière, et descendent jusqu'au bord de la Dioza. Le poli en est parfois très-beau: les stries sont nettes; les sillons, bien marqués et par milliers; les noyaux amphiboliques sont polis et mis au niveau des roches. Les monticules voisins

du lac portent des traces de frottement du côté d'amont et n'en ont point du côté d'aval; on y voit donc le *côté choqué* et le *côté préservé* dont on a beaucoup parlé il y a quelques années. Ces surfaces polies sont les plus belles que j'aie jamais vues, et font un singulier contraste avec quelques-uns des pics aigus qui les dominent; elles sont évidemment le résultat du frottement des neiges et des glaciers. Il y a cependant peu de glaciers maintenant dans cette chaîne: on n'en voit que dans la partie septentrionale; sur le revers N. celui du Dard seul est un peu considérable et ailleurs il n'y a que des plaques de neige.

Ces surfaces polies permettent de voir très-nettement l'arrangement des roches. Le gneiss dont j'ai parlé est la roche la plus répandue dans les Aiguilles Rouges, mais il est différent du gneiss de la chaîne du Mont-Blanc. Il renferme souvent une matière voisine de la serpentine, associée à de la chlorite en paillettes brillantes, arrangée en rognons alignés, allongés, joints entre eux par des crins de la même substance, plus ou moins épais et accompagnés de matières stéatiteuses.

Un peu plus bas que le lac Cornu, on rencontre, toujours dans le même gneiss, de l'éclogite composée d'amphibole et de grenats. Les grenats sont abondants aux bords du lac du côté du S. Les figures 4 et 5 de la Pl. XV donnent la disposition de ces roches. La première représente la section d'une roche polie, horizontale, de 5 mètres de longueur environ, dans laquelle l'éclogite parsemée de grenats est disséminée en rognons dans un gneiss noir à l'intérieur et blanchâtre à l'extérieur. La seconde est celle d'une roche polie, verticale, haute d'environ 3 mètres; l'éclogite y est d'un vert foncé et bordée d'une matière feldspathique. Des

veines de quartz blanc, renfermant des tourmalines noires et de l'amphibole hornblende, traversent le gneiss.

En revenant du lac Cornu par le col de Léchaud (2424 mètres), je trouvai entre l'Aiguille de Charlanoz et la petite auberge de la Flégère, deux belles moraines d'anciens glaciers. Je n'eus pas le temps d'en mesurer l'élévation, mais je l'évaluai à 2200 mètres au-dessus du niveau de la mer, d'après la hauteur des points voisins que j'avais mesurés. Du reste, des traces de moraines plus ou moins marquées se montrent à différents endroits de cette chaîne, particulièrement au-dessus de la Flégère. S'il existait encore des *diluvianistes* parmi les géologues, ils pourraient, en faisant la course que je viens de décrire, modifier beaucoup leurs idées; car à chaque pas on rencontre des preuves de l'ancienne extension des glaciers.

§ 466. — Après avoir passé la nuit à la Flégère, mon guide et moi, nous voulûmes escalader la **plus haute des Aiguilles Rouges** (13 août 1847); elle ne se voit pas de la Flégère même. Nous passons près du lac Blanc, remarquable par les traces d'anciens glaciers et par les roches moutonnées qui l'entourent. Au-dessus on trouve le glacier Blanc qui est très-crevassé, et qui n'est visité que par quelques pâtres et quelques chasseurs. Couttet ne le connaissait pas. Pendant une halte, nous examinons l'aiguille que nous voulons atteindre, qui domine le milieu du glacier et se présente comme dans la Pl. XVI, fig. 1. Nous espérons arriver au sommet par l'arête de gauche ou arête méridionale et nous remontons le glacier en côtoyant de grands précipices et en évitant les crevasses. Nous nous élevons très-haut sur la neige et la glace; mais arrivés aux rochers, nous voyons que l'ascension est impraticable de ce côté. Nous redescendons, en traversant le glacier au pied

de l'aiguille, pour tenter l'escalade par l'arête septentrionale; craignant les crevasses cachées sous la neige, le plus grand des dangers dans ces montagnes, nous marchons avec précaution. Dans cette traversée assez sérieuse, un éclair de joie brille pour moi: je trouve des fragments de calcaire et d'ardoise tombés du sommet de l'aiguille. Je ne m'étais donc pas trompé en l'examinant de loin; dès lors je suis certain de faire une observation intéressante, si je puis parvenir à la cime, et mon guide est aussi désireux que moi de gravir cette aiguille.

Notre route se poursuit activement; arrivés à une espèce de col impraticable situé entre deux aiguilles, et dominant le glacier du Dard, je plante mon baromètre près d'un obélisque de gneiss de 5 mètres de largeur dans le bas, de 2 à 3 mètres dans le haut et de 50 mètres de hauteur (Pl. XVI, fig. 2). Ce col est à 2802 mètres au-dessus du niveau de la mer, et il est dominé par un rocher singulier en forme de bec. On ne voit de tous côtés que du gneiss semblable à celui sur lequel j'ai cheminé toute la journée; il est quelquefois traversé par des filons de quartz et de tourmaline, et divisé par des fissures nombreuses; la roche est divisée en fragments innombrables sur lesquels les agents atmosphériques ont une grande action, en sorte que la décomposition de ces montagnes est rapide et incessante.

De ce col l'ascension paraît facile; ne prenant qu'un marteau et un baromètre, nous grimpons très-haut sur des roches en partie éboulées et le long de terribles escarpements. Mais une arête de neige et de glace trop fortement inclinée et bordée de précipices trop dangereux pour qu'il soit possible de la suivre, se présente; nous cherchons en vain un autre passage pour atteindre le sommet de l'aiguille, dont nous ne sommes pas éloignés, et nous devons nous résou-

dre à redescendre à Chamonix, fort désappointés de n'avoir pu vérifier ce gisement de calcaire et d'ardoise.

§ 467. — Je ne perdis cependant pas courage, et je voulus faire une nouvelle tentative en montant par l'arête qui de l'Aiguille Rouge descend au N.-O., au col de Bérard. Dans ce but, quelques jours plus tard je montai au Buet (§ 473), je couchai aux chalets de Villy (1879 mètres), et de là j'essayai **de nouveau l'ascension de l'Aiguille Rouge.**

Des chalets de Villy on longe, au-dessous des cols de Salenton et de Bérard, une montagne de schistes cristallins renfermant de la protogine rose, souvent associée à des schistes verts, doux au toucher, à grands cristaux de feldspath rose, le quartz lui-même est parfois rose.

Dans la vallée de Villy et dans celle de Barme il y a de belles roches moutonnées; à la partie moyenne de cette dernière vallée, on observe une moraine longitudinale et plus haut une moraine frontale; toutes deux sont éloignées des glaciers actuels. Dans la dernière montée, avant le **col de Bérard,** on retrouve l'éclogite avec ses grenats, prolongement de celle du lac Cornu.

Du col élevé de 2471 mètres au-dessus de la mer, nous gravissons au S.-E. une arête par laquelle nous attaquons l'Aiguille Rouge[1]. La marche se fait avec entrain sur de gros fragments de roches qui risquent de s'ébouler, et nous montons si bien que nous parcourons en une heure la distance que nous mettrons deux heures à franchir en descendant.

Arrivés sur une première aiguille de gneiss renfermant

[1] J'ai déjà publié une grande partie du récit de cette course dans la *Bibl. Univ.*, 1848, VII, 265, sous le nom de « Recherches géologiques faites dans les environs de Chamonix. »

un banc de calcaire cristallin, nous voyons que rien ne s'opposera à notre marche, et notre joie est grande. Si nous avions été nombreux, nous aurions salué cette vue d'un triple hourra; mais à deux les hourras retentissent mal dans les montagnes. Il nous faut redescendre du sommet de la petite aiguille et passer près d'un petit lac entouré de neige et de rochers, qui est certainement rarement visité. Enfin, nous voici arrivés sur la dernière pente de la cime de la plus grande des Aiguilles Rouges, et depuis le petit lac nous touchons les grès, les cargneules et les calcaires que nous avons eu tant de peine et de jouissance à atteindre. Nous les foulons aux pieds.

Continuant à monter, nous faisons une reconnaissance générale de toutes les roches; mais pour qu'elle soit complète il nous faut atteindre le sommet. Deux passages se présentent. L'un suit le flanc de l'aiguille jusqu'au revers méridional; mais il faut marcher sur une corniche de deux pieds de largeur, bordée d'un côté par un précipice immense et de l'autre par un rocher qui surplombe. Nous tentons un autre chemin qui est tout aussi impraticable; il aboutit à une espèce de pont, large d'un ou deux pieds, terminé par un rocher de six ou huit pieds d'élévation, qui par sa forme serait difficile à gravir, lors même qu'il serait abordable autrement que par l'étroit passage qui y aboutit, lequel est placé au-dessus d'un point où l'aiguille est percée à jour (Pl. XVI, fig. 3, (*c*) calcaire argileux, (*gn*) schistes cristallins). Je dois donc renoncer à atteindre la cime; mais j'estime que nous sommes à seize mètres au-dessous du sommet. Je ne puis avoir fait une erreur notable, car l'évaluation de mon guide s'est accordée avec la mienne, en sorte que ce nombre, ajouté à la hauteur barométrique que j'ai prise, donne la hauteur de l'aiguille, sans qu'il y ait plus de

chances d'erreur que dans une mesure ordinaire, et je crois que le sommet de la plus haute des Aiguilles Rouges est à 2944 mètres au-dessus du niveau de la mer (2958 mètres? carte du capitaine Mieulet). L'étude géologique des roches de ces derniers seize mètres ne pouvait rien m'apprendre de nouveau, car elles étaient entièrement formées des mêmes calcaires que celles sur lesquelles je marchais, et que je pouvais examiner à mon aise.

§ 468. — En partant du **sommet de l'Aiguille Rouge**, les couches se succèdent dans l'ordre suivant (Pl. XVI. fig. 4) :

1. A la cime : schistes calcaires noirâtres, renfermant des *Belemnites*, quelques silex et des bancs de calcaire sableux et ferrugineux ; épaisseur estimée, 14 mètres.

2. Calcaire schisteux, doux au toucher, un peu talqueux, jaunâtre à l'extérieur, avec rognons aplatis, et renfermant des *Belemnites* et des *Ammonites ;* 10 mètres.

3. Schistes calcaires noirs à rognons aplatis ; 3 mètres.

4. Calcaire noir sableux à *Belemnites* et *entroques ;* 7 mètres.

Ces roches appartiennent, sans aucun doute, au **terrain jurassique**.

5. Schistes argileux noirs, micacés, clivés ; 3 mètres.

6. Calcaire gris bleu à veines de quartz et de spath calcaire. La couleur en est rougeâtre extérieurement, gris noir à l'intérieur, avec quelques veines de fer oxydé ; 1m.50

Il est assez probable que ces deux dernières couches appartiennent à l'étage de l'**infra-lias**.

7. Cargneule, là comme ailleurs, elle fait partie du **terrain triassique**, ainsi que les deux couches suivantes. Je n'ai pu en mesurer l'épaisseur qui n'est, du reste, que d'un petit nombre de mètres.

8. Schiste argilo-ferrugineux rouge et vert; 5 mètres.

9. Grès quartzeux (arkose), mélangé de schiste talqueux, vert dans la partie supérieure; plus pur et à grains de quartz rose dans la partie inférieure; 4 mètres. On pourrait peut-être le diviser en deux couches.

10. Schiste cristallin que M. Necker nomme, dans d'autres localités, micaschiste lie de vin; il est rougeâtre, verdâtre, doux au toucher, en couches verticales, ce qui le met en stratification discordante avec les autres roches.

11. Banc de calcaire saccaroïde, renfermé dans les couches précédentes.

Les couches calcaires de la cime sont à peu près horizontales, cependant elles s'inclinent un peu sur la pente septentrionale de l'aiguille. Les couches de grès quartzeux, tout en ayant la même position, sont plus ondulées, parce qu'elles se modèlent sur les aspérités des schistes cristallins.

Entre l'aiguille la plus élevée et celle qui est du côté du col de Bérard (à droite dans la fig. 4), les couches calcaires manquent, et les couches de grès sont interrompues. Un petit lambeau de cette dernière roche est dans une position verticale, et un autre est en partie incrusté dans le flanc de la petite aiguille, où il est recourbé, en enveloppant une petite masse de schiste argileux, ferrugineux, rouge et vert (8), extraordinairement plissé, et dans lequel il s'est développé un clivage remarquable, perpendiculaire aux plans de stratification.

Il faut observer que nous ne trouvons ici aucun représentant du terrain houiller si développé à Moëde (§ 460), à la montagne du Fer (§ 456), aux Posettes (§ 521), etc., localités voisines de l'Aiguille Rouge. Nous verrons aussi (§ 475) que ce terrain manque au col de Salenton. Si cependant on arrivait à prouver que la roche (10) que j'ai dé-

signée sous le nom de schiste cristallin appartient au terrain houiller, cette lacune dans la série des couches de l'Aiguille Rouge disparaîtrait, et cette observation nous montrerait, une fois de plus, qu'il est fort difficile de distinguer les roches cristallines de celles du terrain houiller [1].

§ 469. — De l'Aiguille Rouge je redescendis à Valorsine par le col de Bérard, dont le revers N. est occupé par un petit glacier. Au-dessous on voit des blocs d'éclogite, qui proviennent sans doute de la montagne de Bérard située entre le col de ce nom et celui de Salenton. La protogine rose, qui paraît quelquefois être une altération de la protogine grise, y est assez commune, et on peut dire d'une manière générale que les roches du massif de Bérard ont de l'analogie avec celles de Pormenaz, et qu'elles sont plus compactes et moins schisteuses que celles des Aiguilles Rouges. Elles renferment souvent de petits filons de fer oligiste, et même on a parlé d'une protogine voisine du col de Salenton, dans laquelle le mica est remplacé par le fer : ce ne peut être qu'une roche de filon. La vallée de Bérard contient beaucoup de roches moutonnées et les traces d'un ancien lac comblé par les alluvions.

On peut conclure des observations précédentes, que les roches jurassiques et triasiques formaient une voûte dont les Aiguilles Rouges étaient le centre, et dont les jambages étaient le Buet d'un côté et les Rafforts de l'autre. Mais cette voûte n'a peut-être jamais existé d'une manière complète. Elle a probablement été en partie disloquée au moment de sa formation.

L'exhaussement de la chaîne a été vraisemblablement la cause de la formation et de la rupture de cette voûte. Une

[1] Dolomieu disait que l'anthracite se trouvait dans des schistes micacés primitifs (§ 704).

fois réduite en fragments, elle s'est peu à peu éboulée, et les débris ont été détruits par les agents atmosphériques ou emportés par les glaciers de l'époque quaternaire. De toute cette voûte il ne reste plus que la clef qui repose au sommet de la plus haute des Aiguilles Rouges (Pl. XVII, fig. 1, et Pl. XVIII, fig. 1), et qui est composée des roches que nous avons décrites.

Concluons encore que la mer triasique et la mer jurassique avaient envahi tout l'emplacement occupé par les Aiguilles Rouges et par la vallée de Chamonix, et que les terrains crétacés se sont déposés dans ces mêmes régions, comme je le dirai plus loin (§ 486).

§ 470. — J'ai cru longtemps avoir été le premier à observer ce lambeau calcaire au sommet de l'Aiguille Rouge. En effet, je ne trouvais aucune trace d'observations semblables ni dans l'ouvrage de de Saussure, ni dans les travaux de MM. Necker, Forbes, Berger et André de Gy [1]. Cependant, après avoir publié une note sur ce sujet, j'appris que M. **Necker** avait aperçu de loin le chapeau calcaire de l'Aiguille Rouge [2]. Il écrivait à l'un de ses parents en mai 1849 : « J'avais vu et dessiné cette aiguille avec sa « couronne horizontale de couches, qui me paraissaient de- « voir être secondaires, et le prolongement de celles du « Buet ; mais je la croyais tout à fait inaccessible. M. Favre « a donc fait lui-même la découverte de ce curieux petit « lambeau de calcaire très-intéressant. »

Quelques années plus tard, j'appris que **Dolomieu** avait

[1] Ce dernier nous dit : « Le sommet de la montagne et les Aiguilles Rouges sont d'un granit veiné, dont il y a des débris immenses jusqu'au Brévent. » *Théorie*, p. 56 (1806).

[2] Ce fait a été constaté dans l'intéressante notice biographique sur M. L. Necker, publiée à Edimbourg en 1863 par M. J. Forbes.

parlé de cette couronne calcaire. En effet, je trouve caché au milieu de son *Rapport*[1], qui renferme tant de choses variées sur ses voyages, l'indication du fait que j'ai observé. Il l'associe avec des idées qui ne sont plus reçues maintenant dans la science. « J'ai remarqué, dit-il, dans cette « chaîne (celle des grandes Alpes) un autre très-grand fait « géologique : c'est que depuis que les couches primordiales « y ont pris la situation qu'elles affectent maintenant, leur « masse a été presque entièrement ensevelie sous des cou- « ches calcaires coquillières, alternant avec des couches de « grès. Ces couches secondaires qui s'étaient modelées sur « les inégalités du sol qu'elles venaient recouvrir, et qui « en ont pris les pentes et les courbures jusqu'à un certain « point, se sont élevées sur les flancs de cette chaîne pro- « tubérante, jusqu'à la hauteur de près de 2000 toises. Cette « sorte de manteau a ensuite été déchiré sur les épaules « mêmes qui le portaient ; mais quoique morcelé et détruit « en très-grande partie, il est resté assez de lambeaux pour « connaître jusqu'où il s'est étendu, et pour savoir tout ce « qui en a été arraché. On est étonné d'en trouver des restes « sur des sommets isolés et élevés de plus de 1700 toises : « les hautes cimes des Aiguilles Rouges, par exemple, en « sont encore couvertes, et le sommet du Buet en est « formé. »

On voit aussi que **Pallas**, dont les études sont plus anciennes encore que celles de Dolomieu, aurait voulu connaître une observation analogue à celle-ci, et qu'il y aurait attaché quelque importance. En parlant des roches granitiques qui ne sont pas recouvertes de roches de sédiments, il nous dit que cette observation « réfute l'hypothèse de

[1] *Journal des Mines*, an VI, t. VII, 385, 405. Sur l'Aiguille Rouge, 425.

« ceux qui croient que toutes ces élévations montagneuses « du globe sont l'effet du feu central et de ses explosions « dans les premiers âges de la terre, lorsque la croûte, qui « environnait ce brasier merveilleux, n'avait encore pas as- « sez de solidité pour résister également à un tel agent in- « térieur : ce qui n'aurait pu se faire sans élever, en même « temps, différentes couches étrangères, qui dussent se trou- « ver perchées sur les grandes hauteurs escarpées des mon- « tagnes granitiques. Un seul exemple de cette nature prou- « verait, qu'il peut y avoir des feux souterrains ou des foyers « de volcans plus bas que le granite, ou dans l'intérieur de « cette roche ; mais jusqu'ici on l'a cherché en vain, quoique « les foyers de plusieurs volcans éteints qu'on a examinés « de nos jours, semblent avoir été placés immédiatement « sur la vieille roche [1]. »

V. DE LA VALLÉE DE VALORSINE ET DU BUET A LA VALLÉE DU RHÔNE.

§ 471. — N'ayant pas voulu interrompre l'exposé de mes observations sur les Aiguilles Rouges, j'ai passé trop rapidement sur le chemin qui conduit de Chamonix à Valorsine et au Buet, et je désire y revenir.

Ce chemin, après avoir suivi le fond de la vallée, longe la base N.-E. des Aiguilles Rouges proprement dites au **col des Montets**, situé entre cette chaîne et l'Aiguille des Posettes. On passe ce col peu élevé (1474 mètres) si l'on veut examiner la partie de la chaîne des Aiguilles Rouges qui s'étend du massif de Bérard (dont j'ai parlé § 467) à la

[1] *Observations sur la formation des montagnes*, etc. St-Pétersbourg, 1782, p. 19.

vallée du Rhône; il est, du reste, intéressant par les nombreuses traces que le passage des glaciers y a laissées (§ 532).

Un peu au delà du col commence la **formation des granits et des porphyres de la vallée de Valorsine**, si bien décrite d'abord par de Saussure[1], puis par Necker[2] et par M. Delesse[3]. Les premiers granits porphyroïdes sont à environ 300 pas du sommet des Montets, dans la descente du côté de la Poyaz, au pied des Aiguilles Rouges et dans un ravin où se forme un grand cône de déjection. Ils sont probablement liés à la grande masse des roches de même nature, située à la Poyaz, près de la jonction du vallon des Montets et de celui de Bérard. Je renvoie aux travaux spéciaux pour les détails relatifs à ces granits; je n'en dirai que quelques mots.

Le granit de Valorsine, plus ou moins porphyroïde, est très-distinct de la protogine du Mont-Blanc, quoique M. Delesse ait montré que celle-ci n'est qu'un granit. Il occupe le fond de la vallée de Valorsine et se cache souvent sous le terrain de transport; mais il est évident qu'il réunit par leurs bases les quatre protubérances granitiques et porphyroïdes qui s'observent sur le flanc de cette vallée : à la Poyaz, au Nixet, à la cascade de Barberine et sur le revers N.-O. de l'Aiguille des Posettes.

Ce granit est à petits grains, avec quelques grands cristaux hémitropes de feldspath qui lui donnent un aspect porphyroïde; il renferme bien plus de mica noir que n'en contient ordinairement la protogine du Mont-Blanc. Malgré

[1] *Voyages*, § 597.

[2] *Bibl. Univ., Sc. et Arts*, 1826, XXXIII, 62. Mém. sur la val. de Valorsine. *Mém. de la Soc. de physiq. et d'hist. nat. de Genève*, 1828, IV.

[3] *Bull. Soc. géolog. de Fr.*, 1851, VII, 425.

la grande différence d'aspect de ces deux roches, elles ont à peu près la même composition, comme on le voit en comparant celle de la protogine (§ 495) avec l'analyse suivante du granit faite par M. Delesse :

Silice.	75,00
Alumine	12,90
Oxyde de fer . . .	1,10
Chaux	1,26
Alcalis	9,34
Perte au feu . . .	0,40
	100,00

Le granit de Valorsine forme des filons plus ou moins considérables dans un gneiss brunâtre à petites paillettes de mica, avec lequel il est soudé; de grandes lamelles de mica blanc se sont développées au contact. Quelquefois le granit passe à un porphyre micacé, quartzifère, et celui-ci à une eurite qui, lorsqu'elle n'est pas micacée, rappelle beaucoup le pétrosilex; cette eurite se trouve au contact du gneiss et du granit. En voyant ces nombreux passages, on se persuade, dit Necker, que ces trois roches, le granit, le porphyre et l'eurite, si distinctes dans des échantillons séparés, ne sont réellement que trois états ou formes différentes d'une seule et même roche. Cet ingénieux aperçu a été développé et confirmé par les recherches de Durocher[1].

C'est au ravin **des Rupes** et sur le sentier des chalets du mont Loguia que ces divers arrangements de roches se

[1] Durocher, *Comptes Rendus de l'Académie des Sc.*, 1857, XLIV, 325, 459, 605, 776, 859; 1845, XX, 1278. — Dufrenoy, *Traité de minéralogie*, IV, 37. — Damour, Analyse d'un pétrosilex, *Comptes Rendus de l'Acad. des Sc.* 1860, L, 989.— Fournet, *Ann. de Lyon*, 1841, IV, 160.

voient bien. Les filons se ramifient dans plusieurs directions. J'ai esquissé l'un de ceux qui est visible de la rive gauche du ravin des Rupes (Pl. XVI, fig. 7, *G* = granit, *S* = schistes cristallins ou gneiss). M. Necker en a figuré plusieurs, et il a représenté d'une manière générale, et que je crois fort juste, l'arrangement des filons qui accompagnent la masse granitique centrale enfermée dans le gneiss (Pl. XVI, fig. 6).

§ 472. — De Saussure, qui a découvert ces granits, a été pénétré de l'idée qu'ils avaient été formés par des eaux déposant les éléments granitiques, « qui sont tous, dit-il, « susceptibles d'une cristallisation aqueuse. » Depuis de Saussure, les idées de Hutton ont fait admettre que le granit était arrivé en fusion ignée, et s'était infiltré dans les fentes des roches qui le renferment. Mais on a de la peine à comprendre comment le granit, qui renferme du quartz, qui par sa densité atteste qu'il n'a jamais été fondu, est arrivé assez liquide pour remplir des fentes très-longues, et qui n'ont que quelques lignes de diamètre.

Malgré notre ignorance sur l'origine du granit et de ses filons, nous admettons avec M. Necker qu'il a joué un rôle important dans la chaîne des Aiguilles Rouges. Il en occupe le centre et se montre dans la dépression de Valorsine; mais il n'est pas de même nature que celui de la chaîne du Mont-Blanc. A tout prendre, les roches des deux chaînes diffèrent notablement : celles des Aiguilles Rouges sont moins talqueuses, moins chloriteuses, plus micacées et plus pétrosiliceuses que celles du Mont-Blanc; néanmoins les terrains stratifiés semblent avoir été également modifiés soit dans leur forme, soit dans leur structure, par les deux grandes masses granitiques et schisteuses dont l'une se nomme le Mont-Blanc et l'autre les Aiguilles Rouges. En revenant sur ce que j'avais avancé en 1848, je dirai que

les terrains de sédiment semblent être, dans cette partie des Alpes, également coordonnés à la chaîne du Mont-Blanc et à celle des Aiguilles Rouges et du Brévent[1]. On peut voir cette disposition dans la Pl. XVII, fig. 1, où l'arrangement du granit porphyroïde est théorique, tandis que le reste de la coupe est naturel. En combinant ce dessin avec la fig. 1, Pl. XVIII, qui se rapporte au Mont-Blanc, on voit bien que les couches sont redressées ou renversées sur les flancs des Aiguilles Rouges et sur ceux du Mont-Blanc.

§ 473. — On sait que l'ascension du Buet est une des belles courses des environs de Chamonix; elle se fait avec facilité et laisse de vifs souvenirs. Le chemin de la Poyaz est aisé, et l'on voit en passant la grande masse de granit porphyroïde dont j'ai parlé. A la Pierre à Bérard, on est en face de l'Aiguille Mousse ou **mont Oreb** qui renferme une mine de plomb. Au-dessus de la Pierre, dans la direction du Buet, on chemine sur des schistes cristallins dont la surface est parfois moutonnée. Ils renferment des noyaux ovoïdes de quartz et de feldspath verdâtres, d'aspects variés, et des bancs de **protogine rose**; j'en ai compté au moins neuf qui alternent avec les schistes cristallins. Cette roche est moins compacte et plus feuilletée que la protogine du Mont-Blanc; elle présente une structure qui paraît produite par étirement et qui est analogue à celle des porphyres de la base du Montanvert. Sa couleur varie du rouge lie de vin au rose clair, elle renferme parfois des paillettes de fer oligiste.

Après être monté assez haut sur le Buet en cheminant par le milieu de la montagne, je m'aperçus que je laissais

[1] Recherches géologiques sur les environs de Chamonix. *Bibl. Univ.* 1848. VII, 265.

plus bas, à ma droite, une coupe qui paraissait curieuse. Je vins alors passer sur l'arête de la montagne qui domine la vallée d'Entraigues, et je reconnus que le Buet se compose de haut en bas des terrains suivants[1] :

Terrain jurassique.

1. Schiste calcaire fendillé, rubané, plissé, à veines de quartz et de spath calcaire du sommet du Buet.

2. Ardoises à *Belemnites*.

Terrain triasique.

3. Calcaire rosâtre, semblable à celui des chalets d'Ayer près Servoz.

4. Cargneule avec baryte sulfatée[2] ; elle ne se voit que lorsqu'il y a peu de neige.

5. Schiste argilo-ferrugineux rouge et vert.

6. Grès non effervescent.

7. Grès quartzeux à grains roses, effervescents (arkose). Ils se dirigent du N. 20 à 25° E. au S. 20 à 25° O., et ne sont pas tout à fait parallèles aux schistes cristallins, quoique de Saussure affirme que ces deux ordres de roches ont la même direction. Ils reposent sur les tranches des couches suivantes (Pl. XVII, fig. 4), comme de Saussure l'a fait remarquer[3].

[1] Necker et de Saussure ont parlé de cette coupe. Mém. cités.

[2] M. Élie de Beaumont, Faits pour servir à l'hist. des montagnes de l'Oisans, signale la présence du grès arkose, p. 44, et de la baryte sulfatée à peu près sur le même horizon qu'au Buet. Ex. à part, tiré des *Annales des Mines*, 3e sér., V, 1834.

[3] *Voyages*, § 555 et 556. — Sur une discordance semblable, voyez de Charpentier, gypse de Bex, *Ann. des Mines*, 1819; mon mémoire sur les anthracites des Alpes. *Mém. de la Soc. de phys et d'hist. nat. de Genève*, IX, 17; *Bull. Soc. géol. de France*, 1840, XI, 392. — M. Élie de Beaumont, Montagnes de l'Oisans, Pl. II, fig. 3, *Annales des Mines*, 1834; mes observations sur la position relative des terrains des Alpes. *Archives*, 1847, VI, 121.

Terrain cristallin.

8. Schistes rouges lie de vin. Malgré leur couleur, ils ne constituent qu'un seul terrain avec les schistes plus franchement cristallins qui sont au-dessous; la direction de leurs feuillets est celle du N. au S. ou du N. 10° E. au S. 10° O.

Le terrain houiller paraît manquer dans cette coupe, comme dans celle de l'Aiguille Rouge (§ 468); cependant cette localité et celle du col de Salenton, dont je parlerai bientôt, sont sur le prolongement du terrain houiller de Moëde.

De l'arête où j'étais, sur le flanc oriental du Buet du côté de la vallée d'Entraigues, on voit que les schistes de la formation jurassique sont très-contournés, en sorte que la même couche affleure plusieurs fois sur la pente de la montagne, ce qui, joint à la neige et à la glace qui en occupent une partie, ne facilite pas les observations. On y a trouvé quelques fossiles. Ce sont des *Belemnites* clivées, allongées et en général indéterminables. Cependant un échantillon présente les caractères de la *B. hastatus*, Bl., du terrain oxfordien. On voit au musée académique de Genève deux ammonites qui ont été recueillies ici par M. Necker. Quoiqu'elles soient inscrites sous le nom d'*Ammonites variabilis*, elles appartiennent à l'*Ammonites Murchisonæ*, Sow., de l'oolite inférieure, ou à l'*A. lunula*, Ziet., de l'étage callovien. Je possède un fragment d'*Ammonites Parkinsoni*, Sow., et le musée de Lausanne une *Ammonites Tatricus*, Pusch, tous deux recueillis dans cette localité.

Ces déterminations, qui font classer les roches du Buet dans les dépôts de l'époque de l'oolite inférieure ou dans l'époque callovienne, sont confirmées par l'examen des fossiles du Grenairon (§ 476) qui est sur le prolongement du

Buet. Au S.-E. les couches de cette montagne continuent dans les Frêtes de Moëde et le col d'Anterne, avec des fossiles calloviens (§ 461).

Je crois donc que la longue arête qui comprend le Buet, et qui s'étend de la base des escarpements des Fiz au col de Taneverge (§ 479), appartient à l'étage callovien.

§ 474. — Le détour que j'avais fait en montant rendit la course assez pénible, d'autant plus que je ne pus m'arrêter au sommet où je fus entouré d'un épais brouillard et assailli de grésil. A peine avais-je planté mon baromètre qu'un violent coup de tonnerre ébranla l'atmosphère. Mon guide cacha mon marteau sous son habit, espérant que dans cette position le fer attirerait moins la foudre. J'achevai mon observation, d'après laquelle la cime du Buet est à 3117 mètres au-dessus de la mer, et nous nous mîmes à courir dans la direction du *château* Pictet, pour chercher un abri dans les rochers du col de Salenton.

On sait que le Buet était connu dans le siècle dernier sous le nom de **Mortine**. M. Berthout van Berchem prétend que le nom de Mortine est celui de toute la montagne, tandis que celui de Buet ou Bovet s'applique à un petit glacier de cette haute cime [1].

MM. De Luc de Genève y arrivèrent les premiers le 29 septembre 1770. Ils avaient échoué dans deux tentatives précédentes qu'ils ont racontées d'une manière intéressante (§ 476). On a abandonné la route qu'ils avaient suivie, et maintenant on monte par Sixt, par Valorsine ou par Villy [2].

§ 475. — La section du col de Salenton, sur le revers

[1] *Excursion dans les mines du haut Faucigny*, p. 6, Lausanne 1787.

[2] M. Pictet donne quelques détails sur le Buet à l'occasion de la mort de M. Eschen qui périt dans le glacier de cette montagne. *Bibliothèque britannique de Genève*, 1800, n° 112.

méridional du Buet, a déjà été donnée par de Saussure[1], par Necker[2] et par M. Studer[3]; elle se compose des roches suivantes de haut en bas (Pl. XVII, fig. 2) :

Terrain jurassique formé de calcaires et de schistes argileux, contenant des *Belemnites*.

Terrain triasique composé de cargneule et de calcaire blanchâtre (*ca*).

Schiste argilo-ferrugineux rouge et vert (*ar*).

Ardoise (*a*) en couches minces, qui se trouve rarement; mais qu'on voit cependant au col de Salanfe (Pl. XVII, fig. 6).

Grès arkose (*ak*) qui malgré sa faible épaisseur se divise en deux couches[4] :

a. Grès non effervescent à la partie supérieure;

b. Grès effervescent à la partie inférieure.

Schistes cristallins, couleur lie de vin.

Schistes cristallins roses, plus bas.

L'affleurement de la cargneule descend du côté de l'O., passe au-dessous des sources de la Dioza, se rapproche des chalets de Villy, pour se relever ensuite au-dessus de ceux de Moëde. Du côté du N. on voit, d'après M. Necker, immédiatement au-dessous de la Pierre-au-Chantre, de la protogine rose, où les lamelles de talc sont remplacées par de petites lames de fer oligiste, qui sont parties constituantes de la roche, et qui sont disposées parallèlement à la stratification du terrain.

[1] *Voyages*, § 585 et suiv.

[2] *Bibl. Univ.*, *Sc. et Arts*, 1823, XXXIII, 74, et Mém. sur la vallée de Valorsine, déjà cité.

[3] *Geol. der Schweiz*, I, 357.

[4] Il est probable que ce grès est celui auquel M. de Mortillet attribue une puissance de 4 mètres vers la table au Chantre et qu'il range dans le terrain anthracifère. *Géol. et Min.*, § 136.

En descendant à Villy, on observe de grands lambeaux de grès arkose qui sont restés sur les schistes cristallins lie de vin, tandis que tous les terrains supérieurs ont été emportés.

En allant de Salenton à Villy, on laisse à droite des rochers élevés, percés de quelques grottes servant d'habitation, dit-on, à des fées qui possèdent chacune des pouvoirs particuliers. Les trois principales se nomment Diamantide, Isobéide et Saphie. Les joviales bergères de Villy, qui me donnaient ces détails, avaient voulu les consulter; mais arrivées dans l'une des grottes, elles n'avaient osé les appeler, et c'est pour cela, disaient-elles, qu'elles ne les avaient pas vues. En descendant du Buet, j'examinai les Frêtes de Villy, qui présentent la même coupe que le col de Salenton, et le lendemain je montai à l'Aiguille Rouge (§ 467).

§ 476. — Désirant examiner le prolongement des schistes cristallins des Aiguilles Rouges et celui du calcaire du Buet à l'E., je les traversai tous deux par la **vallée d'Entraigues**, nommée en patois *Intre-les-iwes*, en allant de Sixt à Argentière par un passage très-voisin de celui du Grenairon. Cette course réclame des guides expérimentés et un beau temps[1]. A l'exception des vallées occupées par les glaciers mêmes, je n'en connais aucune aussi sauvage que celle d'Entraigues. De Sixt on monte aux **Granges des Communes**, à 1629 mètres sur la pente du mont Grenier[2].

[1] J'eus le plaisir de la faire avec M. C. de Candolle.

[2] Dans une grande partie de cette course, j'ai suivi le chemin par lequel, en 1765, les **frères De Luc** tentèrent deux fois en vain de monter au Buet. Ils n'arrivèrent qu'au Grenier et au Grenairon; une troisième fois, ils passèrent par la vallée des Fonds et atteignirent le sommet du Buet qui n'avait jamais été gravi. Le récit de ces tentatives est curieux à lire. On y voit que les montagnes étaient si peu connues à cette époque, que non-seule-

Avant de les atteindre, on traverse le nant Sec qui est quelquefois terrible par la masse d'eau, de boue et de cailloux qu'il charrie. On passe encore près d'une faille, formée par le glissement des couches ardoisières les unes sur les autres.

Les couches supérieures du **Grenier** semblent s'abaisser du côté de la vallée de Sixt et avoir leur prolongement dans le mont Sambet (Pl. XVII, fig. 1). La route se fait sur des schistes argileux ou argilo-calcaires, plus ou moins ardoisiers, renfermant des traces de végétaux. La plupart se rapportent, d'après M. le professeur Heer, aux espèces nommées *Chondrites inæqualis*, Heer, et *Chondrites setaceus*, Heer. Ces couches alternent avec des calcaires noirs, renfermant des fragments d'ammonites et des piquants d'oursins. Il m'a paru qu'elles sont supérieures à celles de la Tête de Péruaz (§ 439), mais je ne puis l'affirmer.

La montée du **Grenairon** est pénible et rude. Quelques passages sont presque effrayants à voir de loin, surtout celui de la Tête Noire[1]; mais de près il n'en est aucun de réellement difficile. Le point culminant que l'on atteint n'est pas tout à fait le col du Grenairon (2723 mètres), dont le revers oriental est voisin des chalets de Barberine; mais après la Tête Noire on gravit la montagne un peu à droite, entre les deux petits glaciers du Vieux Cheval Blanc, large dos d'âne s'allongeant entre le Buet et le Grenairon, et dont j'estime l'élévation à 2800 mètres. De cette manière on se rapproche du Buet jusqu'au delà du col du Genévrier, qui sépare la vallée inondée et désolée des Vieux Émos-

ment ces savants ne trouvèrent pas de guides pour les diriger convenablement, mais encore eux-mêmes, gens instruits, ne savaient pas que le village de Sixt est situé à peu près au pied du Buet. De Luc, *Recherches sur les modifications de l'atmosphère*, 1772, II, 293.

[1] Il ne faut pas confondre cet endroit avec celui situé entre Chamonix et Martigny.

son de celle d'Entraigues non moins sauvage, dans laquelle nous descendons.

Du sommet du **Vieux Cheval Blanc,** qui forme une longue et large arête sur laquelle on se promène avec plaisir, la vue doit être belle lorsque le temps est clair; mais nous ne vîmes que les objets rapprochés. Le Buet attira surtout notre attention: ses couches descendent en pente douce du côté du N.-O. et forment le plateau du Taneverge du Buet et la crête du mont Grenier au-dessus de Sixt. Par une descente très-rapide, nous arrivâmes dans le **haut de la vallée d'Entraigues,** à la base du **col du Genévrier,** où le terrain triasique se trouve à la jonction des terrains jurassiques et des schistes cristallins.

Dans cette course on voit, comme au Buet, le terrain jurassique formé dans sa partie supérieure d'un schiste calcaire à bélemnites étirées, et dans sa partie inférieure de schistes argilo-calcaires, un peu talqueux, renfermant les fossiles suivants :

Belemnites hastatus, Bl.
Ammonites Bakeriæ, Sow.
» tortisulcatus, d'Orb.
» Zignodianus? d'Orb.
» lunula, Ziet.
Aptychus lamellosus, Munst.
Fucoïdes.

Ces débris d'êtres organisés caractérisent l'époque callovienne. Des fossiles de même âge se retrouvent au col de Taneverge (§ 479) et à la Tête de Péruaz (§ 439); l'étage callovien[1] est donc très-développé dans les montagnes de Sixt. On ne trouve pas de fossiles liasiques. Au-dessous des

[1] Je n'ai cependant pas trouvé de fossiles calloviens très-voisins des roches triasiques.

schistes noirs (*a*, Pl. XVII, fig. 5) du *terrain jurassique* qui renferme les fossiles calloviens, on voit les couches suivantes :

Grès ferrugineux micacé (*b*), alternant avec des ardoises.

Calcaire schisteux (*c*).

Calcaire schisteux gris (*d*) avec des apiocrinites.

Terrain triasique :

Cargneule (*ca*).

Schiste argilo-ferrugineux rouge et vert (*ar*).

Grès arkose (*ak*), très-bien développé et dans certaines parties complétement pénétré de pyrites.

Schistes cristallins rougeâtres (*s*), bien cristallisés et bien schisteux, suivant la direction du N. 20 à 25° E.

L'endroit où cette coupe a été prise est en amont du point où le glacier du Buet traverse la vallée; de là jusqu'à la Poyaz, on ne trouve que des schistes cristallins ou gneiss variés, dont la surface est changée en roches moutonnées et polies sur de grands espaces. M. Necker signale de nombreuses variétés de roches cristallines, et il indique en particulier des amphibolites, des diabases et des schistes pétrosiliceux verts, dans les flancs du mont Loguia [1].

§ 477. — Pour faire connaître la **partie septentrionale des Aiguilles Rouges**, je parlerai des observations qu'on peut faire en allant de la vallée de Valorsine passer à Finio, Salvan, Van, Salanfe, le col d'Émaney, le col de Barberine, le col de Taneverge, pour revenir au point de départ.

En partant de la Tête Noire située à la jonction des vallées de Valorsine et de Trient, et en se dirigeant au N., on arrive dans la **vallée de Salvan**, dont le sol est presque entièrement formé de terrain houiller. Ce terrain est com-

[1] Mém. cité.

posé d'ardoises noires, de grès plus ou moins micacés et plus ou moins noirs, de schistes verts, très-semblables à ceux qui sont regardés comme faisant partie des terrains de cristallisation, de poudingues de Valorsine, et de schistes verts et rouges dont la position n'est pas aisée à comprendre. Près du village de Finio, le poudingue est très-développé, ainsi qu'à Salvan; on remarque dans ce dernier endroit une zone d'ardoise resserrée entre deux bancs de cette roche.

Les stries, les sillons, les sulcatures de 15 mètres de longueur et de près d'un mètre de profondeur, les blocs erratiques, les surfaces moutonnées et les monticules ayant les *côtés choqués* au S.-O. et les *côtés préservés* au N.-E., en un mot, tout le cortége qui accompagne le passage d'un grand glacier, est remarquablement développé dans cette vallée. On y voit encore de *belles marmites de géants*, particulièrement au sommet du passage (1354 mètres), et les roches moutonnées s'élèvent au moins à 300 mètres plus haut. Cette vallée servait anciennement d'écoulement à une partie du glacier du Trient (l'autre partie franchissait la Forclaz), au glacier de Barberine, à celui d'Entraigues, à celui de l'un des côtés du Buet, à ceux des Aiguilles Rouges, etc.; enfin, nous avons vu que par-dessus le col des Montets arrivaient des glaciers de la vallée de Chamonix, qui se déversaient dans la vallée de Valorsine et de là dans celle de Salvan, issue fort étroite pour tant de glaces accumulées. Aussi les roches polies, qui s'élèvent très-haut sur le flanc du mont Bel-Oiseau au N.-O., attestent-elles la puissance de cet ancien glacier.

En prenant à Salvan le sentier de Salanfe, on remarque au-dessus du hameau de Grange une ancienne moraine assez peu régulière, formée de protogine rose et de gneiss

des Aiguilles Rouges. Quoique moins élevée que celle d'Alesse, sur la rive droite du Rhône, elle en fait le pendant. En passant à la Forclettaz, et lorsque j'ai cru être au niveau de la moraine d'Alesse, j'ai pris une mesure barométrique qui a indiqué une hauteur de 1425 mètres au-dessus du niveau de la mer. Cette élévation coïncide singulièrement avec les données fournies par M. de Charpentier, qui nous dit que près d'Alesse les blocs erratiques atteignent 3000 pieds au-dessus du niveau du Rhône, ce qui fait 1435 mètres au-dessus du niveau de la mer, le Rhône étant à 461 mètres au-dessus de celle-ci [1].

La montagne du Perron, sur laquelle on s'élève peu à peu, est composée de roches granitiques, voisines de la protogine rose, et de schistes cristallins verts, abondants à Pormenaz et à Salenton.

Entre Van-dessous et Van-dessus, j'avais remarqué des blocs de granit ou d'eurite porphyroïde à plus petits grains que la roche des Rupes. Ils étaient anguleux et ne semblaient pas pouvoir venir de loin. En effet, six ans après ma première course dans cette localité, je trouvai plus haut que Van-dessus, sur la rive gauche de la Salanfe, au pied de la dernière forte montée, une petite colline à surface moutonnée et formée d'un filon de roches porphyroïdes et pétrosiliceuses. La base, qui entre dans la composition de cette roche, est un feldspath vert clair, parsemé de taches d'un feldspath blanc; ce filon est divisé en bancs ou en zones dirigées du N. au S., et plonge très-peu à l'E., car il est presque vertical. Il a plus de 100 pieds d'épaisseur, et il est associé avec des schistes verts. Le sentier, qui est fort rapide, s'élève en suivant la base du Salantin, sans s'éloigner

[1] *Essais sur les glaciers*, 158.

beaucoup du torrent de la Salanfe, qui descend de cascades en cascades jusqu'à ce qu'il s'élance une dernière fois dans la vallée du Rhône, en faisant l'énorme saut qu'on nomme **Pissevache.** Les principales roches du **Salantin** sont des gneiss verdâtres, souvent parsemés de cristaux de feldspath roses, alternant avec des roches qui se rapprochent de la protogine; leur direction est celle du N. 35° E. au S. 35° O. On y trouve quelques cristaux de tourmaline et des rognons d'une matière analogue à la pennine.

§ 478. — Le **col de Salanfe** (2227^{m}) est à la jonction des terrains cristallins et des terrains de sédiments. La coupe en est la même que celle du col de Salenton; la voici (Pl. XVII, fig. 6) :

Terrain jurassique formé de calcaire noir à *Belemnites*.

Terrain triasique formé des quatre couches suivantes : cargneule (*ca*), schiste rouge et vert argilo-ferrugineux (*ar*), ardoise en couches minces (*ard*), grès arkose (*ak*); au-dessous viennent les schistes cristallins et la protogine rose.

M. de Charpentier m'avait souvent montré de Bex une dépression au-dessous du sommet du Salantin. Il pensait que l'on y trouverait les porphyres roses qui sont en cailloux dans le terrain erratique de la vallée du lac Léman, et dont pendant longtemps on a ignoré l'origine[1]. J'ai parcouru cette dépression, et je n'ai rien trouvé qui justifiât cette opinion. Ces porphyres viennent, je pense, du revers méridional du Salantin et des environs de Van.

Du col de Salanfe on descend dans le beau pâturage de même nom; c'est une prairie d'un ovale presque parfait, ayant une petite lieue en longueur et un peu moins en largeur. Elle a été sans doute nivelée par d'anciens glaciers, puis par

[1] *Bull. Soc. Vaud. des Sc. nat.*, 1855, IV, 278, et V, 164; Mortillet, *Min. et géologie*, § 245.

des alluvions depuis que ceux-ci se sont retirés; peut-être y a-t-il eu un lac qui a été peu à peu comblé. On voit encore quelques restes de moraines qui n'ont pas été recouverts. Sur un des côtés de ce vaste et superbe amphithéâtre s'élève la chaîne dentelée de la Dent du Midi avec son grand glacier. Elle est séparée de la Dent de Salanfe, l'une des Tours Sallières, qui se trouve au fond du cirque, par le col de Susanfe. Cette Tour Sallière ou ces Tours Sallières (car elles sont deux à côté l'une de l'autre) sont de belles montagnes dont la plus haute atteint 3227 mètres. Elles supportent un vaste plateau de glace, qui du côté de Sixt se nomme les glaciers du mont Ruan, et qui envoie quatre glaciers du côté de Salanfe. Le plus élevé n'a presque pas de névé pour l'alimenter, et les trois autres ne sont entretenus que par des avalanches. Au nombre de ces derniers est le glacier Noir. La stratification de la glace y est remarquable et difficile à expliquer, si l'on réfléchit qu'il n'est en communication avec aucun plateau de névé. En face de la Dent du Midi, le col d'Émaney sépare les Tours Sallières des rochers du Luisin (2780 mètres). La vue si belle du cirque de Salanfe m'avait causé une joie d'autant plus vive que ce fut pour moi une vraie découverte; car à l'époque où je le visitai, il n'était figuré sur aucune carte d'une manière un peu exacte.

§ 479. — Pour aller de Salanfe à Barberine, on traverse le **col d'Émaney** (2457 mètres); de ce côté les couches des Tours Sallières sont à peu près horizontales, sauf quelques contournements locaux. Ceci est important pour la théorie de la formation de la Dent du Midi (§ 445). Quant au col lui-même, il est à la jonction des terrains de sédiment et des schistes cristallins, et il présente une coupe semblable à celle du col de Salanfe (Pl. XVII, fig. 6). On

traverse la partie supérieure de la vallée d'Émaney, bien au-dessus des Chalets, et on longe le flanc méridional des Tours Sallières dont la partie qui domine le col de Barberine se nomme le **Becca à Boillon.** Pendant les deux heures que je mis à traverser ce cirque d'Émaney, il s'y forma vingt-huit cascades, tant la pluie était forte.

La coupe du **col de Barberine** est la même que celle du col de Salenton et celle du col de Salanfe (§§ 475 et 478); on y voit la jonction des schistes cristallins et des terrains stratifiés, qui se retrouve également au-dessus des **chalets de Barberine** et d'Émosson, au col des Vieux Émosson et dans la vallée d'Entraigues (§ 476).

La pluie s'étant un peu calmée, je montai en deux heures au col de Taneverge. On traverse le torrent de Barberine, qui est fort considérable, là où il est si profondément encaissé que son lit a moins d'un mètre de largeur. Il est entouré de superbes roches moutonnées qui s'élèvent très-haut dans la vallée, et il coule probablement dans un sillon anciennement creusé par la glace, qui s'agrandit tous les jours par les efforts de l'eau.

M. Élie de Beaumont a signalé le **col de Taneverge** (2480 mètres carte fédérale, 2500 mètres mon observation) comme étant une localité où le terrain nummulitique repose sur les couches crétacées [1], et on croit en général qu'on y trouve des fossiles du grès vert. Cette erreur vient de ce qu'en vendant ces fossiles, les chasseurs de Salvan assurent qu'ils les ont recueillis du côté de Taneverge, ce qui veut dire qu'ils passent ce col et vont les prendre du côté de la Vogelle et des Avoudruz. Rien, en effet, ne m'autorise à croire à la présence du terrain crétacé dans la chaîne qui

[1] *Système de montagnes*, 455.

s'étend du Buet aux Tours Sallières. On n'y voit que du terrain jurassique, composé de calcaire gris-noir et de schistes argileux, un peu talqueux, traversés par des veines de spath calcaire et de quartz fibreux dans la longueur de la veine. Au col les couches sont redressées de 25 à 30° au S.-E. Le mauvais temps ne me permit pas de faire une station de longue durée : cependant j'ai recueilli quelques fossiles, et j'en dois d'autres à l'obligeance de M. V. Payot de Chamonix. Ce sont les suivants :

Belemnites hastatus, Blainv.
Ammonites athleta, Ph.
» lunula, Ziet.
» Bakeriæ, Sow.
» macrocephalus, Schl.
» viator? d'Orb.
» Zignodianus, d'Orb.

Ils caractérisent l'étage callovien.

Le massif des Tours Sallières paraît être entièrement formé de ce même terrain jurassique, car on ne trouve aucune trace de terrain crétacé dans les débris qui en proviennent. Une des pointes les plus belles est celle de Taneverge (2988 mètres) au N.-O. du col de ce nom. Les couches qui la forment reposent horizontalement sur le terrain jurassique que je viens de décrire. Un guide, avec lequel j'ai souvent voyagé, Claude Gurlie de Samoëns, a recueilli sur cette haute sommité une *Ammonites plicatilis*, d'Orb., de l'étage oxfordien. La position de ce fossile est tout à fait d'accord avec son âge [1].

[1] Il est très-probable que l'Ammonites qui provenait, disait-on, des schistes de la vallée de Salvan et qui a été déterminée par L. de Buch pour etre l'*A. bifurcatus* du *Coral rag*, a été recueillie dans les environs du col de Taneverge. *Actes de la Soc. helvétique des Sc. nat.*, Bâle, 1838, 106.

§ 480. — Le prolongement de la chaîne du Grenairon, des Tours Sallières et de la Dent du Midi se retrouve sur la rive droite du Rhône, au Grand Moveran, et les terrains y ont la même apparence et le même relief. Je ne ferai que confirmer les détails que j'ai déjà donnés (§ 450), et indiquer les fossiles des Frêtes de Saille, entre le Grand et le Petit Moveran; ils appartiennent aux espèces suivantes :

Belemnites hastatus, Blainv.
Ammonites plicatilis, Sow.
» Tatricus, Pusch.
» tortisulcatus, d'Orb.
» hecticus, Hartm.
» lunula, Ziet.
» Lamberti, Sow.
» athleta, Phil.

On peut encore ajouter à ces espèces celles qui proviennent de la vallée de Darbon ou Dorbon, voisine du Grand Moveran; en voici les noms : *Ammonites anceps*, Rein., *A. tortisulcatus*, d'Orb., *A. Zignodianus*, d'Orb., *A. refractus*, d'Orb. Tous ces fossiles appartiennent à l'époque callovienne, c'est dire qu'ils sont de même âge que ceux du col d'Anterne, du Buet et du col de Taneverge.

§ 481. — En descendant de Taneverge, je passai de nouveau aux chalets de Barberine, je longeai la rive droite du torrent qui forme la belle cascade de Barberine, je m'égarai quelque temps sur les flancs du Gros Perron, et j'arrivai dans la vallée de Valorsine, après avoir rencontré d'abord des schistes cristallins verts associés à des protogines roses et à des gneiss, puis un massif de vrai granit porphyroïde.

VI. VALLÉE DU RHÔNE DE ST-MAURICE A MARTIGNY.

§ 482. — Je terminerai l'étude de la chaîne des Aiguilles Rouges en décrivant la partie de la vallée du Rhône dans laquelle le prolongement de cette chaîne vient affleurer. Cette coupe naturelle a d'abord été étudiée par de Saussure [1], puis par M. Fournet [2]. M. Sharpe a également donné quelques renseignements généraux sur ce sujet; il a signalé la présence de plusieurs axes anticlinaux que je n'ai pas su reconnaître [3].

Je ne reviens point sur les parties de cette vallée que j'ai décrites (§§ 447 et 478), et ma première observation portera sur les roches moutonnées et polies des **environs d'Évionnaz.** De Saussure les avait déjà remarquées [4], sans faire aucune conjecture sur leur origine. Elles forment un grand massif dans lequel de nombreux sillons attestent les puissants efforts des glaciers qui avaient, comme nous l'avons dit, 1200 à 1400 mètres d'épaisseur.

Les strates du gneiss des environs du village de Balme ou Barme sont dirigées du N. 30° E. au S. 30° O. et plongent un peu au N.-O.

§ 483. — **Entre la Barme et la cascade de Pissevache,** le gneiss est traversé par de nombreux filons; mais je ne puis croire qu'ils aient été formés par injections, la longueur en est trop grande et l'épaisseur trop faible. Ils ont d'ailleurs de l'analogie avec la roche qui les renferme,

[1] *Voyages*, § 1044.
[2] *Ann. de la Soc. d'agriculture de Lyon*, 1846, IX, 1.
[3] *Archives*, 1855, XXVIII, 292.
[4] *Voyages*, § 1061.

et sont traversés dans leur milieu par un joint longitudinal (Pl. XVII, fig. 7), tout à fait semblable à celui que j'ai signalé dans les veines de spath calcaire qui coupent les schistes argileux du village de Mex (§ 448). Ces dernières veines sont sans aucun doute formées par des infiltrations, et par comparaison ne pourrait-on pas conclure que les filons de la Barme ont la même origine. Quoi qu'il en soit, ces veines ou filons sont très-nombreux. La figure 8, Pl. XVII, en représente un groupe, situé à environ cent pas au N. du débouché du Trient, parmi lesquels les plus larges ont environ soixante centimètres. La figure 9, Pl. XVII, indique d'autres filons de quinze à vingt mètres de hauteur.

Les filons de cet endroit et ceux des rochers du voisinage sont de diverses natures : les uns sont quartzeux, les autres feldspathiques, et d'autres sont formés de vrais granits à mica noir. De Saussure a encore signalé des roches porphyroïdes entre le Trient et Martigny. Les roches traversées par tout cet ensemble de filons sont des schistes cristallins variés, dans lesquels le feldspath impur ou pétrosilex n'est pas rare. M. Fournet émet l'opinion que ces filons ont joué un grand rôle, et qu'ils ont métamorphosé les roches dans lesquelles ils se trouvent; mais je crois que depuis quelques années les idées sur l'origine des filons quartzeux et feldspathiques se sont bien modifiées. Toutefois, il est évident que l'énorme masse cristalline de la chaîne des Aiguilles Rouges est traversée par une telle multitude de veines et de filons, qu'on ne peut nier la grandeur du phénomène.

En continuant à suivre la route dans la direction de Martigny, on passe devant la belle **cascade de Pissevache,** remarquable par le volume de ses eaux et par sa

hauteur. On trouve rarement une chute d'eau réunissant à un si haut degré ces deux caractères.

Au delà on arrive à l'**Ardoisière de Vernayaz** (Pl. XVII, fig. 3) où les couches qui forment le sol de la vallée de Salvan viennent affleurer. On y voit des roches cristallines (*gn*) avoisinant le poudingue du terrain houiller ou poudingue de Valorsine (*h p*). La limite de ces deux terrains est difficile à fixer, et les roches du terrain houiller qui ne renferment pas de cailloux, ne peuvent guère se distinguer de celles qui sont cristallines, tant elles ont de rapport avec des gneiss, des pétrosilex ou des schistes talqueux verts. Cependant j'ai cru pouvoir placer cette limite à la moitié de la distance entre Pissevache et le chemin de Salvan. Les couches sont à peu près verticales et plongent un peu au S.-E. Viennent ensuite des grès micacés (*g*), puis des schistes argileux noirs (*hf*), exploités comme ardoises. On y a trouvé quelques empreintes de plantes caractérisant le terrain houiller. M. de Charpentier y a signalé les mêmes *Neuropteris* et *Cyclopteris*, etc., qu'à Erbignon [1].

Plus loin, et en contact avec le ruisseau de Salvan, est un nouveau massif de poudingue du terrain houiller (*h p'*), dans lequel on a exploité quelques mines d'anthracite. Necker avait remarqué qu'il ne se trouvait jamais de cailloux de vrai granit ou de vraie protogine dans le poudingue de Valorsine, et je crois à la justesse de cette observation. On y voit beaucoup de quartz, des roches schisteuses variées, des roches cristallines composées de quartz et de mica disséminés l'un dans l'autre; mais je n'ai su trouver aucune roche vraiment granitique.

Enfin, le gneiss constitue un grand mamelon de roches

[1] *Bullet. Soc. vaud. des sc. nat.* 1854, IV, 4. — Blanchet, *ibid.*, II, 365 (1848).

moutonnées dont les feuillets plongent au N.-O.; puis on arrive au torrent du Trient, profondément encaissé dans des roches gneissiques et pétrosiliceuses, traversées par des filons. Le gneiss et le poudingue renferment fréquemment des veinules de calcaire et même des veines assez larges de spath calcaire.

On voit donc à Vernayaz un lambeau de terrain houiller resserré entre les schistes cristallins. Cette coupe est assez semblable à celle que j'ai observée dans le département de l'Isère[1] et analogue à celles dont M. Lory a donné plusieurs exemples dans sa géologie du Dauphiné. Je pense que les couches de ce terrain ont été repliées sur elles-mêmes, et la couche de schistes argileux, flanquée à droite et à gauche par les couches de poudingue, semble bien indiquer que cette supposition est juste.

§ 484. — La gorge du Trient est curieuse à parcourir. On y pénètre depuis quelques années par des ponts qui existaient déjà en partie du temps de de Saussure. On admire la puissance des eaux dans cette coupure, de plusieurs centaines de pieds de profondeur, entièrement taillée dans la roche vive. Elle vérifie le proverbe qui assure que « goutte sur goutte use les pierres. » Près du niveau de l'eau, la roche est encore polie; mais plus elle est élevée au-dessus de ce niveau, plus les agents atmosphériques l'ont rendue rugueuse. Les nombreuses marmites de géants qui sont en voie de formation dans les parois, contiennent les cailloux auxquels elles doivent en partie leur origine. Ce canal est creusé dans un gneiss semblable à celui des Aiguilles Rouges qui résiste peu à l'action de l'eau. On re-

[1] Remarques sur les anthracites des Alpes. *Mém. Soc. de phys. et d'hist. nat.*, 1841, IX, 409.

trouve au S.-O., dans le lit de la Dioza près de Servoz, une profonde échancrure dans ce même terrain.

Les roches de la montagne de l'Arpille, entre le **Trient** et le **château de la Bathie**, ont fortement attiré l'attention de de Saussure. Elles sont feuilletées, plongent d'environ 80° au S.-E. et sont coupées par de grandes et longues fentes inclinées de 60° au N.-O. La présence de ces fentes a porté de Saussure à croire au redressement des couches dans les montagnes.

Le flanc N.-E. de la montagne de l'Arpille (§ 528) est compris entre le calcaire de la Bathie et le poudingue de Vernayaz. Ces deux terrains, éloignés l'un de l'autre dans cette localité, se touchent presque dans leur prolongement au S.-O., à l'Aiguille des Posettes (§ 517). M. Fournet dit en parlant des couches de l'Arpille : « Il m'était donc démon- « tré de la manière la plus rigoureuse que je cheminais « toujours au milieu du système secondaire[1]. » Ces diverses considérations m'avaient fait croire que cette montagne était formée de terrain houiller, et je l'ai représentée ainsi dans ma carte géologique, cependant avec un point de doute. Mais un nouvel examen m'a amené à reconnaître qu'elle est composée de roches cristallines. Toutefois, je ne les ai déterminées qu'avec hésitation, tant les grès houillers ressemblent aux schistes cristallins dans certains endroits.

M. Fournet a recueilli dans les éboulements de l'Arpille du calcaire saccaroïde avec des paillettes de graphite et de l'idocrase. Je n'ai pu réussir à retrouver cette dernière substance. On remarque aussi au pied des éboulements des débris de syénite qui sont certainement erratiques ; car l'on

[1] Mém. cité. Exemplaire à part, p. 15.

en trouve de semblables sur le mont Chemin, au S. de Martigny.

Les roches gneissiques s'étendent jusque près de la Bathie, où elles passent peu à peu à des schistes exploités comme ardoises, que de Saussure a classés parmi les pétrosilex feuilletés (*p*, Pl. XVII, fig. 3). Ils sont recouverts par des couches d'ardoises noires (*a*), au-dessus desquelles se trouve un massif de calcaire gris (*c*) formant la colline du château de la Bathie. Ce calcaire renferme au N. du château une ou plusieurs couches de calcaire saccaroïde blanc qui, s'il n'était pas stratifié en couches minces, pourrait être exploité comme marbre statuaire. Ces roches, qui s'adossent au flanc S.-E. de la montagne de l'Arpille, sont le prolongement de celles qui se voient au S. du col de la Forclaz, qui forment un peu plus loin le massif de la Croix de Fer, et qui plus loin encore se retrouvent dans la vallée de Chamonix, à la côte du Piget (§ 508) et aux Rafforts (§ 463). Sur ce revers N. du Mont-Blanc, elles sont adossées à une zone de cargneule qu'on retrouve au S. du col de la Forclaz, mais qui, à la Bathie, est probablement cachée sous les alluvions de la plaine.

Le calcaire de la Bathie a pour prolongement latéral la Pointe de Vollège, située sur le revers S. du mont Chemin (§ 588 et suivants); l'espace occupé dans le Valais par les schistes cristallins de la chaîne du Mont-Blanc se rétrécit en se prolongeant à l'E. de Martigny, et la lèvre calcaire de Vollège finit par le recouvrir près de Saxon.

§ 485. — Je viens d'examiner la dernière section des Aiguilles Rouges entre St-Maurice et Martigny ; mais cette chaîne se prolonge sur la rive droite du Rhône dans les montagnes septentrionales du Valais.

Il y a quelques années que j'ai parcouru ce massif entre

Martigny et Bex, déjà étudié par M. Studer[1] et M. de Charpentier[2]. J'en avais même fait la carte géologique; mais quelques lacunes m'ont empêché de la publier. J'ajouterai encore quelques détails à ceux que j'ai déjà donnés (§§ 449 et 480) sur ces montagnes, particulièrement sur le prolongement des Aiguilles Rouges.

En face de St-Maurice et près du village de Lavey[3], on voit les terrains jurassiques et crétacés en couches fortement redressées, s'élevant à de grandes hauteurs et supportant des couches nummulitiques très-riches en fossiles, surtout au passage de la Grande Vire, près des rochers les plus élevés de la **Dent de Morcle.** Le terrain nummulitique et le terrain crétacé forment la crête située au N. du sommet de la montagne et couronnent une partie des hauteurs qui entourent la vallée des chalets de Nant. Le terrain jurassique passe plus bas, sur le revers S.-O. de la Dent de Morcle, où il occupe une étendue moins grande que sur les flancs N.-O. et S.-E. Il se termine aux bains de Lavey, et s'appuie sur une couche de cargneule qui s'élève presque verticalement. La cargneule devient horizontale sous la Dent de Morcle, en passant au-dessus du Haut de Morcle[4] et du Haut de Collonges; elle remonte à une grande hauteur à Geurre de Cor, au S.-E. de la Dent de Morcle; elle passe ensuite à l'E. des lacs de Fully, sur les flancs des Grandes Fenêtres et de la Grande Garde, et descend à Saillon où elle est recouverte par des schistes argileux noirs, renfermant des bélemnites.

Au-dessous de la cargneule on remarque le grès arkose

[1] *Alpes occidentales.*

[2] *Annales des Mines*, 1819, IV, 535.

[3] M. Lardy a décrit les terrains des environs de Lavey. *Actes helvétiques*, 1834, p. 27.

[4] L'Haut de Morcles, comme disent les paysans.

du terrain triasique (qui peut-être une fois sera classé dans le grès bigarré). On ne peut suivre son allure aussi bien que celle de la cargneule, parce que la couche est plus mince et souvent recouverte d'éboulements. M. de Charpentier en avait reconnu la présence en 1819[1]. « Cependant, dit-il, ce calcaire de transition (actuellement terrain jurassique) ne repose pas immédiatement sur le « terrain primitif; il en est séparé par un grès formé de « petits fragments, légèrement arrondis, de quartz et de feldspath, agglutinés par un ciment argileux à peine visible. « Le quartz ainsi que le feldspath sont rougeâtres, jaunâtres ou verdâtres; l'acide nitrique y fait reconnaître la « présence d'un peu de chaux carbonatée.

« Ce grès, que l'on peut considérer, à cause de son gisement, comme une variété du grauwacke, forme une couche « d'environ 30 pieds d'épaisseur. »

M. Studer[2] et M. Lardy[3] ont tous les deux parlé de cette roche.

Ces terrains triasiques et jurassiques forment donc une énorme voûte qui s'élève à plus de 1700 mètres au-dessus de la vallée du Rhône, et dont les jambages plongent dans le sol de cette vallée à Lavey et à Saillon. L'intérieur en est occupé par deux grands massifs de roches cristallines, séparés par un massif de terrain houiller. Le premier groupe des roches cristallines est compris entre Lavey et le torrent qui descend du Haut de Collonges, un peu au S. de la frontière des cantons de Vaud et du Valais. Le massif du terrain houiller s'étend de cette dernière limite à Diabley, un peu au S. de Dorénaz. Il est formé en grande partie de

[1] Mém. cité. *Ann. des Mines*, 1819.
[2] *Alpes occidentales*, 42.
[3] *Naturg. Umrisse, Geogn. und Mineralog.*

poudingue de Valorsine et de grès, tous deux très-développés dans le creux de Dzéman, et il renferme des mines d'anthracite, près desquelles les schistes argileux contiennent de belles empreintes de plantes, surtout à **Erbignon.** M. Heer, qui les a examinées, y a reconnu les espèces suivantes [1] :

Neuvropteris	flexuosa,	Sternb.
»	var. tenuifolia,	Br.
»	Leberti,	Heer.
»	gigantea,	Br.
»	heterophylla,	Br.
»	Loshii,	Br.
»	microphylla,	Br.
»	rotundifolia,	Br.
»	Soretii,	Br.
»	acutifolia,	Br.
Cyclopteris	reniformis,	Br.
»	lacerata,	Heer.
Odontopteris	alpina,	Sternb.
Pecopteris	polymorpha,	Br.
»	dentata,	Br.
Calamites	Suckowi,	Br.
»	Cistii,	Br.
	(Asterophyllites equisetiformis),	Schl.
Annularia	brevifolia,	Br.
	(Sphenophylloïdes, Guth.)	
»	longifolia,	Br.
Sphenophyllum	Schlotheimii,	Br.
	(var. genuinum.)	
Cordaites	borassifolia,	Stb.

C'est dans l'un des gisements qui ont fourni les éléments de cette flore fossile, que M. Heer a recueilli l'aile d'un insecte, et a montré pour la première fois qu'il existait en

[1] *Archives*, 1863, XVI, 177.

Suisse des animaux à l'époque carbonifère. Cet insecte est une *Blattina*, différente de celles de Saarebruck et de Wettin, mais cependant voisine des insectes carbonifères.

Ce massif houiller, quoique plus large que celui de Salvan dont la coupe se voit à Vernayaz, en est le prolongement.

Le second massif cristallin, compris dans l'intérieur de la voûte triasique, est celui de Fully, qui commence à Diableyet s'étend jusqu'à Saillon[1]. Il est le prolongement de la montagne de l'Arpille.

Entre ce massif, recouvert par le grès houiller dans sa partie supérieure, et le terrain houiller dont je viens de parler, se trouve une grande masse de calcaire presque verticale, qui a la forme d'un immense coin et qui s'étend des bords du Rhône au chalet de Fully. La couleur en est souvent rouge et il se dirige du N. 30 à 35° E. au S. 30 à 35° O.

Dans ce groupe de terrains, la formation houillère ne semble pas se conformer à l'allure des terrains triasiques et jurassiques; sa stratification ne concorde pas avec celle de ces deux dernières formations, car celles-ci enveloppent simultanément les deux massifs cristallins et le terrain houiller dont les couches ne leur sont pas parallèles. Des hauteurs de Fully, la formation houillère disparaît et ne se retrouve plus que sur le flanc occidental du Maingborn dans la vallée de Louëche-les-Bains, près du passage des Échelles. De Fully à cette localité, elle est ensevelie sous des dépôts énormes de terrain jurassique, dominés eux-mêmes en diverses localités par des roches plus récentes.

[1] Dans le ravin de Lourzine j'ai trouvé de la pinite.

VII. RÉSUMÉ RELATIF AU MASSIF DES AIGUILLES ROUGES.

§ 486. — En résumant notre étude des Aiguilles Rouges, nous voyons que cette chaîne est formée en majeure partie de **schistes cristallins**, en général semblables au gneiss. Ces schistes sont associés à des protogines roses, à des éclogites, à des amphibolites, à des espèces de serpentines, etc.; ils sont percés et traversés en tous sens par des **filons granitiques** et porphyroïdes, qui paraissent plus récents que les schistes cristallins, mais dont l'origine est encore bien incertaine, si l'on réfléchit qu'ils ont probablement la même composition que la roche ambiante. La disposition de ces filons nous fait croire qu'on ne peut en expliquer la formation au moyen d'une injection ignée [1]; et d'ailleurs M. Rose a démontré que le quartz, qui y joue un grand rôle, a une origine aqueuse.

Les roches cristallines des Aiguilles Rouges, malgré leurs rapports avec celles du Mont-Blanc, en diffèrent cependant, parce qu'on ne voit pas dans les premières l'énorme développement de protogine qui caractérise les secondes. Les terrains qui occupent les flancs des deux chaînes sont les mêmes, et rien dans la structure de ces montagnes n'autorise l'idée de M. Sharpe, qui pensait que le Brévent et les Aiguilles Rouges ont subi des mouvements à une époque postérieure à l'élévation du Mont-Blanc [2].

[1] De Saussure parle des filons dans ses *Voyages*, § 600, 1755, 1777, 1868, et au § 2324, n° 12, il analyse l'opinion de Werner. Voyez aussi des idées curieuses sur les filons et sur l'origine du granit dans l'ouvrage de M. Kœchlin-Schlumberger : *Terrain de transition des Vosges*. Strasbourg, 1862.

[2] *Archives* 1855, XXVIII, 277.

Dans quelques endroits, les schistes cristallins ressemblent tellement aux schistes et aux grès du terrain houiller, qu'on ne peut les distinguer; comme ils sont en contact avec la partie inférieure du terrain triasique, on pourrait croire qu'une partie d'entre eux appartient à l'époque carbonifère, d'autant plus qu'ils renferment parfois du calcaire et du graphite qui, on le sait, sont des produits organiques. Cependant on ne peut trouver de raisons décisives pour les classer de la sorte.

Ces schistes cristallins sont recouverts dans certaines parties de la chaîne par le véritable **terrain houiller**, ayant à sa partie inférieure des poudingues dont les masses sans cailloux ressemblent, à s'y méprendre, aux schistes cristallins, et à sa partie supérieure des grès et des schistes argileux, renfermant un grand nombre de végétaux fossiles de l'époque carbonifère.

Le **trias**, qui se montre au-dessus, est représenté par des grès arkoses, des schistes argilo-ferrugineux rouges et verts, des cargneules et quelquefois par des schistes argileux. On en trouve des couches et des lambeaux sur les deux versants de la chaîne et à son sommet.

Le **terrain jurassique** repose sur le trias. Il a dû, comme lui, s'étendre sur toute la chaîne; il en occupe encore une partie des flancs, et un seul lambeau se voit au sommet de l'Aiguille Rouge. On n'y a découvert aucun fossile caractéristique de l'étage liasique, et ceux qu'on a trouvés dans la partie la plus basse de la grande série des calcaires et des schistes argileux noirs (au Mont près Servoz, § 426), appartiennent à l'oolite inférieure ou à l'étage bajocien de d'Orbigny. Plus haut, dans cette même série, on a recueilli un assez grand nombre de fossiles de l'étage callovien et de l'étage oxfordien. Il semble que le lias

n'existe pas dans cette contrée; cependant je n'ai pas de preuves suffisantes pour décider la question, et j'ai cru devoir maintenir la présence de cette formation sur ma carte, parce que sur le prolongement de ces terrains jurassiques, soit au N.-E. dans les environs de Bex, soit en Tarentaise, on a recueilli des fossiles incontestablement liasiques.

Dans le massif des Aiguilles Rouges, tel que je l'ai circonscrit, il ne se trouve aucun terrain supérieur au terrain jurassique. Cependant les roches crétacées et nummulitiques ont certainement été déposées sur l'emplacement où s'élève aujourd'hui la chaîne qui nous occupe, et voici pourquoi. La chaîne des Fiz repose sur le prolongement des roches du col d'Anterne, qui se redressent contre la chaîne des Aiguilles Rouges, et qui géologiquement font partie du versant de ce massif. Les Fiz, constitués par les terrains crétacés et nummulitiques, ont un escarpement d'au moins 900 mètres au-dessus du col d'Anterne, et appartiennent encore au même système de couches relevées que les roches d'Anterne. D'autre part, on ne peut supposer que les rivages des mers, qui ont déposé les étages crétacés et les couches nummulitiques, aient coïncidé exactement avec la ligne sur laquelle l'escarpement s'est produit pendant l'exhaussement de la montagne. Or, il suffit que les dépôts aient dépassé d'un petit nombre de kilomètres la ligne où ils ont maintenant leur escarpement, pour qu'ils se soient faits sur l'emplacement des Aiguilles Rouges, fort peu éloignées des Fiz; c'est évidemment ce qui est arrivé. Par conséquent, si la plus grande partie des terrains triasiques, jurassiques et tous les terrains crétacés et nummulitiques manquent sur cette chaîne, l'absence en est due à une dénudation.

En ajoutant aux 2950 mètres d'élévation des Aiguilles

Rouges les 1250 mètres[1] qui représentent approximativement l'épaisseur des terrains triasiques, jurassiques, crétacés et nummulitiques qui ont été déposés au-dessus, nous verrons que, si ces terrains n'avaient pas été enlevés, nous aurions à la place des Aiguilles Rouges une montagne dont l'altitude serait de 4200 mètres au moins. Alors le Buet, qui a maintenant une si belle apparence, ne serait plus qu'une protubérance peu importante du flanc de cette grande chaîne des Aiguilles Rouges.

§ 487. — Il n'est pas possible, je crois, de calculer exactement la masse de terrain qui devait se trouver sur cette chaîne, et qui en a disparu; mais on peut essayer de faire une grossière estimation de cette **dénudation** qui a été fort considérable. Nous venons de voir que l'épaisseur des terrains enlevés est de 1250 mètres; la chaîne des Aiguilles Rouges n'a pas moins de 25 kilomètres de longueur et de 6 à 7 kilomètres de largeur. Ces chiffres montrent que la masse de terrain emportée est voisine de 200 kilomètres cubes en nombre rond[2].

A quelle époque cette dénudation a-t-elle eu lieu? Nous manquons de données positives pour répondre à cette question; mais nous pouvons croire que, lorsque les roches des Aiguilles Rouges furent portées à la hauteur où elles sont aujourd'hui, par l'effet d'un refoulement latéral contemporain de celui du Mont-Blanc, il y eut, dans les couches

[1] Différence de niveau entre le sommet des Fiz, élevé de 3180 mètres, et le lac de Pormenaz situé près de la limite inférieure du terrain triasique, à 1935 mètres (carte du capitaine Mieulet).

[2] Ce paragraphe était écrit depuis longtemps lorsque la note de M. Ebray relative au calcul des dénudations qui se sont opérées à de grandes altitudes, a été publiée dans le *Bullet. Soc. géolog. de Fr.*, 1864, XXI, 293. Il a montré que dans le Jura il y avait eu des dénudations de plusieurs centaines de mètres à des hauteurs de 500 à 1800 mètres. Voyez aussi *Bull. Soc. géolog. de Fr.*, même volume, p. 350; XVI, 47, et XVII, 515.

qui recouvraient ces roches, des dislocations et des ruptures, par le fait même de leur mouvement. Les couches divisées par des fentes tombèrent dans les vallées; d'autres moins disloquées restèrent en place. Un seul petit lambeau, celui du sommet de l'Aiguille Rouge, a résisté jusqu'à nos jours; la position presque horizontale de ses couches en a sans doute facilité le maintien. Les agents atmosphériques et surtout le plus puissant d'entre eux, les glaciers, ont continué l'œuvre de destruction commencée par les agents intérieurs, et peu à peu les flancs de la chaîne ont été débarrassés des débris, des blocs et des fragments de montagnes qui les encombraient. A l'époque de leur grande extension, les glaciers qui allaient des Alpes au Jura, et qui avaient au moins 1200 mètres d'épaisseur, entraînèrent au loin ces débris et en comblèrent le fond des vallées. Mais ces masses pierreuses furent triturées dans le voyage, elles se changèrent en cailloux plus ou moins arrondis et en boue glaciaire, comme je le dirai en parlant du Mont-Blanc (§§ 608 et 609).

En lisant la description du terrain erratique et en recherchant la provenance de l'énorme couche de boue ou de glaise à cailloux striés qui occupe toutes nos vallées, et de la quantité non moins considérable peut-être de ces argiles qui a été entraînée dans les plaines de la France ou jusqu'à la mer, on ne peut en retrouver l'origine que dans les masses de calcaire ou de schiste argileux qui sont descendues des montagnes, et dont nous venons de chercher à apprécier le volume dans la chaîne des Aiguilles Rouges.

CHAPITRE XXII

MASSIF DU MONT-BLANC

I. Généralités. Route de Servoz a Chamonix. Des divers massifs de roches cristallines dans les Alpes, § 488. — Position de la crête du massif du Mont-Blanc, 489. — Auteurs divers, 490. — Limites du massif. Plan de sa description, 491.

Pont Pélissier. Les Montées, roches difficiles à classer. Grès de Chavans, 492. — Traces de glaciers. Vallée de Chamonix, 493.

II. Partie septentrionale du revers nord-ouest du Mont-Blanc. de Chamonix a la Forclaz de Martigny. La protogine; minéraux qui la composent, § 494. — Son analyse, 495. — Sa position. Minéraux accidentels, 496. — Arkésine, Dolérine, Spurine, Notite, Abrosine, Jadine, Liparine, Picrine, Nomicite, 497.

Course au Montanvert ou Montenvers. Schistes cristallins, 498. — Minéraux de Caillet. Pierre ollaire, 499. — Porphyre gris, 500. — Montanvert. Les Aiguilles, blocs erratiques, 501. — Pierre ollaire, 502. — Jonction des schistes et de la protogine. L'Angle. Mer de glace, 503. — La Noire. Roches diverses. Épaisseur de la glace. Télésie, 504. — Aiguille du Dru. Aiguille du Moine. Chaux fluatée, 505. — Course du Jardin. Structure du centre de la chaîne. Roches polies, 506.

Le Chapeau; superposition des schistes cristallins au calcaire, 507. — Côte du Piget. Bonna-Ney, même superposition. Coupe de M. Ruskin, 508. — Moraine du glacier des Bois. Chronomètre, les Tines, 509.

La Rosière, coupe. Prétendue ardoise dans la protogine, course à la base de l'Aiguille Verte, 510. — Inclinaison des couches, le Moine, l'Aiguille Verte, les Rachasses, 511. — Glacier d'Argentière, minéraux, 512.

Schiste argilo-ferrugineux rouge et vert d'Argentière. Moraine. M. Necker, 513. — Le Tour. Col de Balme. Aiguille de Fer. Fenêtre de Saleinoz, 514. — Course au glacier du Trient, filon de granit, pierre ollaire, éclogite, Vezevey, 515.

III. Les Posettes et l'Arpille. Limites. Coupe du Tour à Valorsine, 516. — Roches cristallines du Mont-Blanc, 517. Cargneule, 518. — Terrain jurassique, 519. — Trias, 520. — Terrain houiller, poudingue. Berger, de Saussure, Werner, Necker, Dolomieu, Bertrand, Buckland, Bakewel, 521. — Il est difficile de distinguer le grès houiller des schistes cristallins, 522. — Glacière, roches cristallines de Valorsine, 523. — Réflexions, 524. — Terrain erratique, 525.

De Martigny à Chamonix. Col de la Forclaz, 526. — Blocs erratiques, 527. — L'Arpille, blocs erratiques, 528. — Trient. Maupas. Calcaire cristallin, 529. — Létroz, 530. — Tête Noire, Brookite, poudingue, clivage, 531. — Châtelard. Terrain houiller. Valorsine. Col des Montets. Anciens glaciers, 532.

I. GÉNÉRALITÉS. ROUTE DE SERVOZ A CHAMONIX.

§ 488. — M. le professeur Studer est, si je ne me trompe, le premier qui ait soutenu, dans divers ouvrages[1], que les roches cristallines des Alpes ne sont pas en chaîne continue, mais forment des **massifs séparés** les uns des autres par des terrains de sédiment.

Cette manière d'envisager la structure des Alpes a été adoptée par M. Rozet[2], et combattue par M. Fournet[3]. Deux géologues autrichiens fort distingués, MM. de Hauer et Fötterle[4], se sont rangés à l'avis du savant professeur de Berne, ainsi que M. Schlagintweit[5].

Dans un petit écrit très-bien conçu, s'occupant de l'*Orographie des Alpes dans ses rapports avec la géologie*[6], M. Desor a repris ce sujet. Il a reconnu trente-quatre massifs dans la chaîne des Alpes, entre Nice et les plaines de la Hongrie. Ils sont, en général, séparés les uns des autres par des vallées et par des zones de terrains sédimentaires, et la plupart d'entre eux présentent la structure en éventail; mais ils se confondent quelquefois dans le sens de la longueur, les limites en sont alors assez arbitraires.

[1] M. Desor a résumé les idées de M. Studer dans ses *Nouvelles excursions et séjours*, 1845.

[2] *Bull. Soc. géol. de France*, 1834, VI, 10.

[3] *Ann. de Lyon*, 1841, IV, 126.

[4] *Aperçu de la constitution géologique de l'Empire autrichien*, broch. in-8°, Vienne 1855.

[5] *Bull. Soc. géolog. de Fr.*, 1851, IX, 75.

[6] Neuchâtel, 1862; *Bull. Soc. géol. de Fr.*, 1865, XXII, 354.

Parmi tous ces massifs, celui du Mont-Blanc est peut-être le mieux caractérisé. M. Élie de Beaumont a dit : « La « rangée presque rectiligne de sommités primitives qui s'é- « tend dans la partie occidentale des Alpes, de la pointe « d'Ornex, au S. de Martigny, à la montagne de Taillefer, « à l'O. du bourg d'Oisans, s'élève à travers une solution « de continuité dans les couches secondaires, dont on ne « peut donner une idée plus juste qu'en la comparant à une « grande *boutonnière*[1]. » Cependant, comme on peut le voir sur ma carte, le massif du Mont-Blanc se termine du côté de l'O. au col du Bonhomme, où des couches sédimentaires le séparent des roches cristallines de Beaufort.

§ 489. — On a remarqué que, dans certaines régions des Alpes, la **crête des montagnes** est plus voisine de la plaine située au S. de la chaîne que de celle qui est au N.[2] Il n'en est pas ainsi de la haute crête du Mont-Blanc. Elle est à 62 kilomètres environ de la plaine suisse, dont le point le plus rapproché est à l'extrémité N. du Salève, et à environ 84 kilomètres de la plaine italienne, à Castellamonte, à l'O. d'Yvrée. Toutefois, les grandes cimes neigeuses des environs de Cogne, au S. du val d'Aoste, composées de roches cristallines et qui appartiennent au massif des Alpes grecques de M. Desor et à l'axe Soglio de M. Fournet[3], sont plus près de la plaine italienne que le Mont-Blanc n'est voisin de la plaine suisse.

§ 490. — **De Saussure** s'est occupé spécialement de la chaîne centrale des Alpes de la Savoie. Son ouvrage, écrit avec une grande finesse, servit à établir divers principes qui ont eu sur la géologie une grande influence. Il

[1] *Ann. des Sc. nat.*, 1828, XV, 353.
[2] *Ann. des Mines*, 1808, XXXIII, 216.
[3] *Ann. de Lyon*, 1849, I, § XI.

est fort curieux de suivre la marche des idées de cet homme illustre, qui aborde le Mont-Blanc en le croyant plus élevé que les montagnes de l'Asie, et inaccessible [1]; à la suite de grands efforts il arrive à le dominer de toutes les manières, en montant à sa cime et en apprenant à le connaître. Cependant des hésitations se retrouvent souvent dans l'ouvrage de de Saussure, surtout à propos des soulèvements du sol; mais il finit toujours par initier le lecteur de ses *Voyages dans les Alpes* à ses profondes connaissances, et cela de la manière la plus attrayante, par une méthode à laquelle tous les écrivains ne peuvent prétendre: en racontant simplement ce qu'il a vu et ce qu'il a éprouvé.

Le massif du Mont-Blanc a été décrit ensuite par **André de Gy**; mais quelque grands qu'aient été les enseignements laissés par de Saussure, le Père André les suit trop aveuglément, et son ouvrage n'est souvent qu'un extrait de celui de mon illustre compatriote; du reste, il le dit lui-même [2].

Brochant de Villiers, en 1819, s'étonnait de ce que l'on n'avait pas encore une description géologique satisfaisante des terrains primitifs des Alpes, quoique ces montagnes eussent été visitées tant de fois par d'habiles minéralogistes [3]. Il semble qu'il aurait dû trouver ce qu'il désirait dans l'ouvrage de de Saussure et jouir de ce que la forme méthodique d'un traité d'oryctologie s'était transformée en une relation de voyage.

M. **de Mortillet**, en 1858, a écrit aussi quelques pages relatives au Mont-Blanc dans sa *Géologie et Minéralogie de la Savoie*.

[1] *Voyages*. Introduction.

[2] *Théorie de la surface actuelle de la Terre, etc.* 1 vol. in-8, Paris, 1806, p. 24.

[3] *Ann. des Mines*, 1819, IV, 284.

On lira avec intérêt les considérations de M. **Élie de Beaumont**[1] sur le massif du Mont-Blanc. Les parties les plus hautes et les plus compliquées des Alpes, celles qui avoisinent le Mont-Blanc, le Mont-Rose et le Finsteraarhorn sont, à ses yeux, le résultat du croisement de deux systèmes de montagnes qui se pénètrent. Par suite de ce croisement, « les Alpes font un coude à la hauteur du « Mont-Blanc, et après s'être dirigées depuis l'Autriche « jusqu'au Valais suivant une direction peu éloignée de « l'E. $^1/_4$ N.-E. à l'O. $^1/_4$ S.-O., elles tournent brusquement « pour se rapprocher de la ligne N.-N.-E., S.-S.-O. » M. Élie de Beaumont montre encore qu'il y a certains rapports entre les hauteurs des montagnes qui avoisinent le Mont-Blanc, l'Elbrouz et le pic de Teyde.

§ 491. — Le **massif du Mont-Blanc est limité** au N.-O. par la vallée de Chamonix arrosée par l'Arve; à l'O. par celle de Montjoie; au S.-E. par l'Allée-Blanche, le val Véni, le val d'Entrèves, et à l'E. par le val Ferret; l'extrémité du massif atteint au N.-E. Saxon et Saillon en Valais.

Les aiguilles, les cimes et les pics de toute espèce sont nombreux dans cette chaîne, et le point culminant s'élève à 4810 mètres au-dessus du niveau de la mer; il dépasse de 3760 mètres la vallée de Chamonix, de 4000 mètres celle de Montjoie, de 3525 mètres le val d'Entrèves et le val Véni, et de 3928 le val Ferret[2].

Cette énorme masse serait complétement isolée des autres montagnes, si elle n'était pas appuyée, étayée aux quatre coins, si je puis m'exprimer de la sorte, par quatre contre-forts situés près des vallées dont je viens de parler.

[1] *Notice sur les systèmes de montagnes*, 1852, p. 535 et suiv.

[2] Chamonix étant à 1052 mètres au-dessus du niveau de la mer, St-Gervais le village à 810 mètres, Entrèves à 1285 mètres et Orsières à 882 mètres

Ce sont : le col de Balme (2225 mètres) ; le col de Voza (1668 mètres); le col de la Seigne (2488 mètres) et le col Ferret (2536 mètres au-dessus du niveau de la mer).

La **longueur** du massif du Mont-Blanc peut se mesurer de différentes manières. Elle est d'environ 53 kilomètres du col du Bon-Homme à Sembranchier en Valais où le massif est limité par la vallée de la Dranse ; mais si l'on admet qu'il s'étend jusqu'à Saxon en Valais où se trouve l'extrémité orientale des schistes cristallins liés à ceux du Mont-Blanc, sa longueur est alors de 59 kilomètres. La **largeur** du massif est de 14 kilomètres, de Chamonix à Entrèves près Courmayeur. Mais les difficultés que l'on rencontre en parcourant cette chaîne sont telles que l'on emploie souvent 15 à 18 heures pour franchir par le col du Géant les 22 kilomètres qui séparent Chamonix de Courmayeur. Le massif de protogine commence dans les hauteurs qui dominent le glacier du Miage, un peu à l'O. du Mont-Blanc, et se termine sur la pente de la Pointe d'Orny, non loin d'Orsières ; sa longueur est d'environ 27 kilomètres.

Je n'entreprendrai pas de décrire l'apparence du Mont-Blanc ; on ne peut se faire une juste idée de cette chaîne couverte de frimats éternels et ornée de mille pointes de rochers, sans l'avoir visitée. Il y a dans la nature, comme dans les arts, des choses difficiles à comprendre, qu'on doit voir ou entendre plusieurs fois pour en saisir la grandeur ; il en est ainsi de la chaîne du Mont-Blanc : plus on la voit et la parcourt, mieux on en saisit la beauté.

Mais mon but n'est pas de parler des aspects variés, pittoresques, majestueux de cette montagne étonnante, je ne veux m'occuper que de ses roches et de sa structure. **Mon plan** est le suivant. Je dirai d'abord quelques mots de l'arrivée à Chamonix par la route de Genève. Puis, après

avoir parlé de la roche la plus importante du massif du Mont-Blanc, la protogine, j'indiquerai des observations faites dans quelques excursions au N.-E. de Chamonix; elles s'étendront jusqu'au col de Balme, et même jusqu'à la montagne de l'Arpille près de Martigny. De là je reviendrai sur mes pas et je raconterai mes courses sur le flanc de la chaîne du Mont-Blanc au S.-O. de Chamonix. Je décrirai la vallée de Montjoie, la Rosselette et le col du Bon-Homme. A partir de là je parlerai du col des Fours, des Chapius et je suivrai le revers S. du Mont-Blanc, en passant le col de la Seigne et l'Allée-Blanche; je décrirai les cimes qui la dominent au N., ainsi que les environs de Courmayeur, et je gagnerai le mont Chemin près de Martigny, en suivant le val d'Entrèves et le val Ferret[1].

§ 492. — La route de Genève à Servoz a été déjà décrite dans les divers chapitres précédents : dans ceux de la Plaine et du terrain erratique entre Genève et la Menoge (§ 28, 200), et plus loin dans ceux du Môle (§ 272), des Vergy et de la Tournette (§ 352), des Fiz (§ 404) et des Aiguilles Rouges (§ 453). Un peu au delà de Servoz on arrive au pont Pélissier, situé entre le Prarion et les Aiguilles Rouges dans un emplacement qui fait certainement partie de cette dernière chaîne. Mais un peu au delà on entre dans la vallée de Chamonix, et il m'a semblé naturel de commencer ici la description du massif du Mont-Blanc.

« Après qu'on a traversé l'Arve sur le pont Pélissier, dit « de Saussure, on gravit sur le roc vif un chemin rapide « qui porte le nom de **Montées.** » La description que ce savant nous donne des roches sur lesquelles on passe n'est

[1] Le résumé donné § 601 peut indiquer la marche suivie dans cette description.

pas claire ; il serait difficile, en effet, d'avoir une idée nette de leur composition, car j'ai vu rarement des localités où les diverses espèces de matières minérales soient plus confusément mélangées, et où chacune d'elles présente aussi peu de caractères saillants. De Saussure les regarde comme faisant la transition entre la pierre de corne pure et le granit. M. Sharpe, qui les a examinées, ne nous en donne pas une description bien complète [1]. Elles appartiennent, je pense, à la partie supérieure des roches cristallines et à la base du terrain houiller.

On voit que dès l'abord nous nous trouvons aux prises avec de grandes difficultés minéralogiques, et ce n'est pas la seule fois que je serai embarrassé pour donner un nom positif aux roches. J'ai passé par les mêmes phases que de Saussure, qui avait éprouvé combien il est plus facile de déterminer les roches dans les collections que dans les montagnes [2]. Mais il se familiarisa avec cette dernière étude [3]. Il a peint les difficultés résultant du passage des roches les unes aux autres, lorsqu'il nous dit [4] : « Avouons que « c'est nous qui avons formé des classes et des genres, « pour arranger dans notre esprit et caser dans notre mé- « moire les productions infiniment variées que nous offre « la nature ; et que réellement, surtout dans le règne mi- « néral, la nature n'a point fait de classes, ni de genres. »

Aux Montées, les roches se présentent à peu près dans l'ordre suivant : d'abord des roches verdâtres très-feldspathiques, traversées par des veines de quartz ; elles sont voisines du pétrosilex ou d'une protogine confusément cris-

[1] *Archives*, 1855, XXXVIII, 276.
[2] *Voyages*, § 1151.
[3] *Introduction* du t. V, in-8°.
[4] *Voyages*, § 100.

tallisée, ont du rapport avec la roche moitié gneiss, moitié porphyre qu'on trouve au-dessous du glacier des Bois (§ 500), et sont associées à une pierre lydienne dure, plus ou moins feldspathique. Un peu plus haut se montre une protogine verdâtre et rougeâtre, assez semblable à celle de Pormenaz près Servoz; elle renferme parfois de grands cristaux. Plus haut viennent encore des pétrosilex grisâtres ou verdâtres, avec des cristaux plus ou moins apparents; puis enfin des schistes blanchâtres feldspathiques.

Ces roches sont recouvertes en partie par la terre végétale, ce qui empêche d'étudier leur contact d'une manière suivie. Il en est de même du grès arkose qui est à leur partie supérieure. Il est connu dans le pays sous le nom de grès de Chavans, d'après un petit hameau voisin du sommet des Montées; on le voit près d'une source dans un bois à droite de la route; il est feldspathique à grains de quartz rose, a quelque rapport avec la protogine rose des Aiguilles Rouges; il est parfois gris rougeâtre et contient de petits points d'oxyde de fer. Les fragments de quartz rose qu'il renferme ne sont pas assez réguliers pour être des cristaux, ni assez arrondis pour être des cailloux roulés. Cette roche passe à un grès siliceux, vert brillant, dur, et à un pétrosilex verdâtre, parsemé de petits fragments de quartz rose qui, dans ses parties compactes, contient du jaspe d'une couleur plus ou moins rouge. J'ai déjà dit que le grès arkose se trouve à la base du terrain triasique. Aux Montées, il est le seul représentant visible de cette formation, mais on comprend que la zone de cargneule qui se montre près du col de Voza le recouvre, et que celle-ci est surmontée par le terrain jurassique.

§ 493. — Près des Montées, à la montagne de Vaudagne, de Saussure signale des arrangements de roches du-

ficiles à expliquer[1]. Les surfaces moutonnées et arrondies, ainsi que les blocs erratiques sont nombreux dans les environs de ce passage, près de la route et sur les hauteurs (§§ 124 et 456). Enfin, du sommet des Montées on découvre peu à peu l'éblouissante vallée de Chamonix, ses grandes aiguilles et ses longs glaciers. Il est peu d'endroits où les grandes forces de la nature présentent des effets aussi saisissants. Les montagnes revêtent ici un caractère qui inspire la curiosité, l'étonnement, le respect, et certains phénomènes météorologiques trouvent dans les glaciers la plus éclatante démonstration de leur puissance. On comprend aussi la justesse de la remarque de M. Élie de Beaumont, qui attribue une grande partie de la beauté pittoresque de certaines régions des Alpes, à la hauteur des montagnes au-dessus des vallées[2]. Ce caractère, qui existe à un haut degré à Chamonix, ne se retrouve pas dans toute la chaîne avec la même intensité.

Au delà des Montées on traverse le village des Ouches[3], on passe non loin du glacier des Bossons, et l'on arrive bientôt à Chamonix. De la route l'on peut voir, surtout au-dessous du glacier de Taconaz, d'énormes blocs erratiques apportés par la glace dans un temps qui n'est probablement pas éloigné.

[1] *Voyages*, § 746.

[2] *Description géologique de la France*, 1834, II, 368.

[3] Près de ce village on a exploité une mine de cuivre dont M. Fol a donné une analyse. *Bull. Soc. Vaud. des Sc. nat.*, V, 263.

II. PARTIE SEPTENTRIONALE DU REVERS NORD-OUEST DU MONT-BLANC, DE CHAMONIX A LA FORCLAZ DE MARTIGNY.

§ 494.—Je commencerai par m'occuper de la **protogine**, parce que cette roche est la plus importante du massif du Mont-Blanc, et que la description en est trop longue pour faire partie du récit d'une excursion.

Elle doit son nom à M. le professeur Jurine de Genève, qui avait constaté qu'elle était composée de quartz, de feldspath et de chlorite ou de stéatite [1]; il la croyait du *premier âge (primævus, protogonos)*, et il lui donna un nom finissant en *ine*, comme il le faisait pour toutes les roches magnésiennes. Cette désignation resta dans la science, malgré la résistance de d'Aubuisson [2] et de Léopold de Buch en 1811; ce dernier et Raumer, en 1817 [3], soutenaient avec raison que cette roche était d'une époque récente.

Avant Jurine, plusieurs savants avaient donné des descriptions de la protogine. De Launay, en 1786, a parlé d'une roche de feldspath, de quartz et de stéatite; de Born, d'un granit mélangé de stéatite, et de Saussure avait décrit maintes fois cette roche sans la nommer [4]. Après Jurine, la description de la protogine a figuré dans les traités de lithologie, tels que ceux de MM. Beudant, Ch. d'Orbigny, Omalius d'Halloy, Brongniart, Pinkerton, Coquand, etc., et dans les mémoires de Brochant de Villiers [5], de d'Aubuisson [6].

[1] *Journ. des Mines*, 1806, XIX, 372.
[2] *Journ. des Mines*, 1811, XXIX, 328.
[3] *Bullet. Soc. géolog. de France*, V, 238; *Journ. de géologie*, 1832, 357.
[4] *Voyages*, § 133, 604, 631, 659 à 665, 676, 1679, 1691, 1987, 1[illegible], 2042, 2143.
[5] *Ann. des Mines*, 1819, IV, 283.
[6] Mémoire cité.

de Necker[1] et de MM. Élie de Beaumont[2], Fournet[3], Lory[4], Durocher[5], Boué, Sismonda, Studer, Mortillet, et surtout dans ceux de M. Delesse[6].

Ce dernier ayant fait une étude chimique de la protogine, je ne puis mieux faire que d'en donner un extrait.

La protogine renferme ordinairement cinq minéraux différents, qui sont : le quartz, l'orthose, l'oligoklase, un mica à base de fer et une variété de talc. Les proportions de ces minéraux, en se modifiant, constituent différentes variétés de la roche.

Le **quartz**, quelquefois confusément cristallisé, est ordinairement hyalin, gris, violâtre ou enfumé. Les variations de couleur tiennent plutôt à l'épaisseur du quartz qu'à des différences de teinte. Cependant les principales colorations proviennent d'une matière organique volatile, sans résidu, qui disparaît par une légère calcination, en faisant perdre 0,12 dix millièmes de son poids à ce minéral qui devient blanc et transparent[7].

L'**orthose** est, en général, blanc ou grisâtre, quelquefois fauve, rose ou écarlate pâle et en cristaux maclés; sa densité est 2,615 d'après de Saussure. La composition de l'or-

[1] *Mém. de la Soc. de Phys. et d'Hist. nat. de Genève*, 1828, IV; *Études géologiques*, 230; Protogine de l'île d'Unst, *Bibl Univ.*, 1840, XXVII, 371.

[2] *Ann. des Mines*, V, 5; *Explicat. de la carte géologique de la France*, I, 67, 304.

[3] *Ann. de la Soc. d'agricult. de Lyon.*

[4] *Descript. du Dauphiné.*

[5] *Bull. Soc. géol. de Fr.*, IV, 1040, et *Comptes rendus de l'Acad. des Sc.* 1845, XX, 1275.

[6] *Ann. de chimie et physiq.*, 3e sér., XXV, 114; *Bull. Soc. géolog. de Fr.*, 1849, VI, 230; *Institut*, XVI, 287 (1848). — *Archives*, 1849, X, 240.

[7] Dans sa *Recherche de l'azote et des matières organiques dans les substances minérales*, M. de Delesse indique la présence de 0,20 millièmes d'azote dans le quartz enfumé du granit. — *Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, 1860, LI, 286.

those blanc grisâtre, tirant très-légèrement sur le fauve, provenant d'un bloc apporté par la Mer de Glace, est indiquée sous le n° 1 du tableau suivant :

	N° 1. ORTHOSE.	N° 2. OLIGOKLASE.	N° 3 MICA
Silice	66,48	63,25	41,22
Alumine	19,06	23,92	13,92
Pérox. de fer	traces	traces	21,31
Chaux	0,63	3,23	2,58
Magnésie	traces	0,32	4,70
Potasse	10,52	2,31	6,05
Soude	2,30	6,88	1,40
Ox. de Mangan		traces	1,00
Prot. de fer			5,03
Eau, perte au feu			0,90
Fluor			1,78
Totaux	98,99	99,91	99,78

M. Delesse signale la présence de la soude qui n'est pas indiquée dans l'analyse de M. Denave[1].

Le second feldspath de la protogine est l'oligoklase, difficile à distinguer de l'orthose; on y reconnaît des stries parallèles microscopiques qui sont habituelles, et souvent les cristaux en sont maclés; densité 2,633. L'analyse en est donnée sous le n° 2. Il est d'un blanc mat plus ou moins verdâtre, et cette couleur est due à l'interposition d'une multitude de paillettes de talc qui pénètrent les cristaux. Quelquefois ceux-ci renferment tellement de talc qu'on les prendrait pour un nodule de cette substance, si l'on ne reconnaissait qu'ils sont plus durs et qu'ils ont les stries parallèles de l'oligoklase. Plus il y a de talc dans la roche.

[1] M. Fournet, Alpes entre le Valais et l'Oisans. *Ann. de la Soc. d'agriculture de Lyon*, 1841, IV.

plus ce feldspath en est pénétré, tandis que l'orthose n'en renferme pas.

Le **mica** a une couleur verte plus ou moins foncée et peu ou point d'éclat; lorsqu'il est un peu altéré, la teinte passe au bronze rougeâtre. Plus pesant que les micas des granits, il a une densité de 3,127. Sa forme est celle du mica à deux axes, soit un prisme hexagonal, non régulier, dont les arêtes ne sont pas perpendiculaires aux bases. Ce mica est complétement attaqué par l'acide chlorhydrique, et la silice reste en flocons dans la solution. La moyenne de deux analyses a donné le résultat inscrit ci-avant sous le n° 3. M. Delesse remarque que cette composition est aussi bizarre que l'aspect de ce minéral, qui a souvent été pris pour une chlorite; il en fait une espèce intermédiaire entre les micas à base de magnésie et ceux à base de potasse, et le désigne sous le nom de *mica à deux axes à base de fer;* c'est le minéral le plus constant de la protogine après l'orthose.

Le **talc** se présente sous forme de lamelles à éclat nacré, contournées, très-minces, intercalées entre les divers minéraux de la protogine; il varie pour la couleur du vert céladon ou du vert émeraude au vert grisâtre pâle; au chalumeau les fragments s'arrondissent sur les bords sans s'exfolier; il perd au feu un peu moins que la chlorite, la ripidolite, la stéatite et le vrai talc[1].

§ 495. — Les analyses de trois échantillons de **protogine** ont donné à M. Delesse les résultats suivants :

[1] M. Fournet assure que le mica peut se distinguer du talc en ce que, pilés et placés sur du papier bleu rougi et humide, le mica le bleuit lentement et le talc promptement.

	PROTOGINE.				
	I.	II.	III.	IV.	V
Silice	74,25	72,42	70,75	66,7 à 76,3	72.8
Alumine	11,58	14,53	»	12,0 à 17,3	15.3
Oxyde de fer	2,41				1.7
Oxyde de manganèse	traces	traces	»	traces	
Chaux	1,08	1,03	1,08	0,6 à 1,9	0.7
Magnésie, potasse. . .	10,01	»	»	9,5 à 10,7	8.7
Soude, différence. . .					
Eau	0,67	»	0,71		0.8
	100,00				100.0

I. Protogine du sommet du Mont-Blanc.

II. Protogine du fond de la Mer de Glace.

III. Protogine de l'Aiguille du Dru, se rapprochant du gneiss; densité, 2,72.

La quantité de fer est peut-être un peu forte, l'échantillon ayant été broyé dans un mortier de fer. La magnésie, d'après M. Delesse, ne s'élève pas à plus de 1 ou 2 centièmes. L'eau entre ordinairement pour 2 ou 3 millièmes, mais elle peut aller jusqu'à 6 ou 7 millièmes.

IV. Composition moyenne du granit des Vosges[1] (à deux micas), qui a beaucoup de rapport avec celle de la protogine. Ce granit est plus ancien que celui qu'on nomme granit des Ballons qui ne renferme qu'un mica, et qui traverse le granit des Vosges sous forme de filons. Peut-être que les filons de granit que je signalerai dans quelques parties de la chaîne du Mont-Blanc, ont des rapports avec le granit des Ballons?

V. Composition moyenne du granit d'après M. Durocher[2]. L'ensemble de ces analyses montre que la protogine est aussi riche en silice que les autres granits. « La

[1] *Annales des Mines*, III, 369.

[2] *Comptes rendus de l'Académie*, 1857, XLIV, 609.

« protogine, dit avec raison M. Delesse, est donc bien « un granit, et sa composition chimique moyenne ne diffère « guère de celle des granits ordinaires qu'en ce qu'elle « contient 1 à 2 centièmes d'oxyde de fer et de magnésie. » M. Durocher nous dit que cette roche contient environ 50 °/₀ de parties feldspathiques, 35 de quartz et 18 à 20 de feuillets verts talqueux ou chloriteux[1].

§ 496. — D'après M. Delesse, la protogine présente **deux structures** distinctes : 1° granitique, dans le centre de la formation ; 2° schisteuse, sur les flancs de la chaîne. Mais, si cette remarque est vraie d'une manière générale, il y a cependant de nombreuses exceptions. Parmi ces dernières, on peut signaler les protogines granitoïdes de la base du mont Péteret ou Peuteret, du mont Ru (val Véni) et de la chapelle d'Orny (val Ferret), qui sont sur le flanc de la chaîne, et les protogines schisteuses de l'Aiguille de La Noire (rive droite du glacier du Géant), situées au centre. On voit aussi les protogines schisteuses alterner avec les protogines granitoïdes (glacier de la Pendant). Ordinairement, les protogines sont très-feldspathiques et confusément cristallisées à leur périphérie ; elles ressemblent quelquefois à du leptynite, et souvent à leur contact avec les schistes cristallins on voit des roches amphiboliques.

M. Delesse fait remarquer encore que la netteté de la cristallisation augmente ou diminue avec la teneur en silice, et que la quantité de cette substance dans les masses granitiques va en diminuant du centre au pourtour[2].

[1] *Bull. Soc. géol. de Fr.*, 2e sér., IV, 1040.

[2] M. Durocher rappelle que M. Abich a trouvé 64 °/₀ de silice dans le trachyte de la masse du Cotopaxi, et 69 °/₀ dans la roche du cratère. M. Ch. Deville a remarqué à la soufrière de la Guadeloupe et à Ténériffe que les produits volcaniques des parties élevées sont plus riches en silice que

La protogine est souvent traversée par des filons de quartz qui renferment un assez grand nombre d'espèces minérales, bien plus liées avec les filons qu'avec la roche; j'en donnerai plus loin l'énumération. La chlorite est abondante; M. Delesse lui donne le nom de Ripidolite; elle perd 10,70 pour 100 d'eau par la calcination. Le quartz hyalin et le quartz enfumé s'y trouvent souvent mêlés; on les remarque fréquemment dans les parties de la roche qui sont décomposées et associées avec la chaux fluatée rose. La variété hyaline est habituellement liée à cette substance et la variété enfumée, à l'améthyste.

§ 497. — Diverses roches accompagnent ordinairement le massif de protogine; elles ont été décrites par Jurine[1], et je veux en rappeler les noms, quoiqu'ils ne soient guère usités; ce sont les suivants:

L'**arkésine** (archaïos, arkaïos, antique), composée de quartz, de feldspath, d'amphibole, de stéatite, de chlorite et souvent de sphène. M. Jurine la croyait spéciale au Mont-Blanc, M. Gillet de Laumont la signale au glacier du Miage; mais M. Guyot l'a retrouvée dans la vallée d'Hérens en Valais, au glacier de Ferpècle où je l'ai également examinée. Cette roche appartenant au bassin du Rhône et à celui de l'Arve, il en résulte que nous ne pouvons savoir d'où proviennent les blocs erratiques qui en sont formés, et qui se trouvent à la jonction des deux bassins, au coteau de Montoux, par exemple, ou au Petit Salève. MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont[2] et M. Delesse ont réuni l'arkésine à la protogine.

ceux des parties basses. *Comptes rendus de l'Académie des Sc.*, 1857, XLIV, 779.

[1] Mem. cité.

[2] *Descript. géol. de la France*, I, 67.

La **dolérine** de Jurine *(Doleros, fallax)* se trouve au glacier du Miage. Elle est formée, en général, d'une pâte feldspathique, dans laquelle la stéatite et la chlorite sont disséminées.

Le nom de **spurine** a été donné à un porphyre composé de quartz, de feldspath cristallisé et de stéatite; et celui de **notite** à un granit porphyriforme ou porphyroïde, comme l'a établi M. Gillet de Laumont.

L'**abrosine** est composée d'amphibole lamellaire, de talc, de stéatite ou de chlorite, à structure plus ou moins feuilletée. Elle contient comme substances accidentelles le grenat et le fer sulfuré; elle est en couches dans les roches cristallines et alterne avec la liparine, la chaux carbonatée saccaroïde, etc.

La **jadine** est un feldspath tenace ou jade à structure massive, avec talc, stéatite verte, grenat et fer sulfuré.

La **liparine** est un schiste talqueux grisâtre, semblable à celui qui renferme la staurotide du St-Gothard; elle alterne, d'après Jurine, avec les roches primitives et le calcaire saccaroïde.

La **pierine** de Jurine ou **pierite** de Blumenbach n'est pas une roche cristalline, et je ne la mentionne que pour faire connaître la classification de Jurine. Elle est composée de chaux carbonatée compacte, dure, magnésifère, ayant un aspect légèrement nacré, et elle est unie à des substances réputées primitives (d'après Jurine), savoir : le feldspath, le quartz, le talc, la chlorite, le grenat, etc. Elle se trouve au Bon-Homme.

Enfin, M. Jurine a décrit encore l'**argiline** qui équivaut au phyllade de Brongniart; le **hyalite** qui se rapporte au **hyalomicte** du même auteur; la **wacke** qui est la wakite;

l'**agatide** qui est un conglomérat, et le **nomicite** qui correspond au gneiss.

Il y a certainement, dans la classification de Jurine, des noms qui auraient dû être adoptés ; mais comme ils ne l'ont pas été, je ne les emploierai pas, les noms nouveaux ayant souvent plus d'inconvénients que d'avantages. Nous parlerons des autres roches qui font partie du massif du Mont-Blanc, lorsque nous les rencontrerons en le parcourant.

§ 498. — La première course que l'on fait ordinairement, après être arrivé à Chamonix, est celle du **Montenvers** ou **Montanvert.** C'est là que se rendit la petite caravane de Genevois qui, en 1742, visita les *glacières*, comme on les appelait alors. C'était un an après l'expédition de Pockoke et Wyndham qui fit connaître la vallée de Chamonix.

Entre Chamonix et le Montanvert, on ne voit que des éboulements et des **schistes cristallins,** décrits par de Saussure[1] comme étant « des roches quartzeuses micacées, « mélangées quelquefois de pierres de corne et de cristaux « de feldspath. » L'oligoklase, si fréquent dans la protogine, ne se trouve pas dans les schistes cristallins, l'orthose y est abondant, ordinairement blanc, quelquefois rose ; la quantité en est variable. Lorsqu'il y est abondant, la base de la roche passe à l'eurite et au pétrosilex, qui eux-mêmes varient de couleur et de structure ; et si l'élément feuilleté leur est associé, comme cela a lieu presque toujours, la roche est plus ou moins schisteuse. Le quartz ne semble varier que par sa quantité plus ou moins grande.

Quant aux éléments feuilletés, talc ou mica, qui sont souvent ensemble, ils subissent aussi des variations et sont difficiles à distinguer l'un de l'autre. Le talc ou l'élément

[1] *Voyages*, § 609.

magnésien est gris, blanchâtre ou verdâtre, doux au toucher, abondant ou rare. Non-seulement il donne à la roche un aspect schisteux, mais encore, sur la surface plane des feuillets, la partie talqueuse, tout en recouvrant comme un enduit des grains de quartz ou de feldspath, qui ne sont ni arrondis, ni cristallisés, présente mille petites traces ou plis allongés et parallèles, comme on en trouve dans les roches qui ont supporté des frottements ou des étirements.

Le mica varie pour la quantité et la nuance. Il est blanc, noir ou brun. Dans ce dernier cas, la roche ressemble à celle des Aiguilles Rouges.

Ces modifications diverses donnent lieu à une grande variété de schistes cristallins, dont les principaux sont des gneiss, des gneiss talqueux, des schistes talqueux, des micaschistes, des schistes chloriteux associés à des bancs plus ou moins euritiques ou pétrosiliceux.

Brochant de Villiers, qui a décrit avec soin cette formation, lui donnait le nom de schiste talqueux (ou chloriteux) feldspathique [1]. M. Keferstein, dans une lettre où se peint la difficulté qu'il éprouve à classer les terrains des Alpes, se demande si le Mont-Blanc ne serait point une altération d'un dépôt de flysch [2] ?

§ 499. — Cette formation renferme quelques minéraux cristallisés. Il y en a à la **fontaine de Caillet**, sur le sentier du Montanvert. Ce sont des cristaux de feldspath, de l'amiante, du liége de montagne, du quartz, de l'axinite et de l'épidote. On a recueilli du graphite, ou du moins un schiste très-graphiteux, un peu au-dessus de Caillet, et dans le nant du Greppon.

Toutes les couches et tous les feuillets de ces schistes

[1] *Ann. des Mines*, 1819, IV, 287.
[2] *Journ. de géologie*, 1830, II, 201.

cristallins sont redressés contre la vallée de Chamonix et plongent contre la chaîne du Mont-Blanc; c'est un des éléments de la **structure en éventail** dont je m'occuperai ailleurs. De la fontaine de Caillet, on se convaincra que cette structure se prolonge sur une grande étendue, en regardant la pente de la montagne située entre le Dôme du Goûter et la vallée de Chamonix (Pl. XVII, fig. 10), dont les couches plongent sous la chaîne du Mont-Blanc.

Mais la roche de la base du Montanvert n'est pas partout aussi schisteuse que dans les environs de Caillet. Elle renferme de la serpentine et une espèce de porphyre gris. De Saussure signale la **serpentine** ou pierre ollaire dans un endroit nommé Orta; on la trouve aussi près de là en blocs au bas du chemin de la Filia; sa couleur varie du vert clair au vert sombre. Elle contient de petits noyaux formés par des paillettes de serpentine d'un vert clair, du fer oxydulé et des veines asbestiformes qui sont probablement de la métaxite[1]. Cette serpentine forme une couche dans le gneiss talqueux de la base du Montanvert, ainsi que dans le nant de Fouilly près de Chamonix.

§ 500. — La seconde roche contenue dans le gneiss talqueux du Montanvert est le **porphyre gris**; on peut l'observer dans les rochers des *Mottets*, au-dessous des escarpements du glacier des Bois. Ces rochers, arrondis, polis, sillonnés par des ruisseaux, des avalanches et des pierres tombant du glacier, sont difficiles à parcourir et je n'ai pu les examiner à mon aise. On prétend qu'ils contiennent une mine d'or, ce qui est douteux; mais il paraît certain qu'ils sont traversés par une veine de galène.

Nous retrouvons ce même porphyre dans un ravin escarpé

[1] Delesse, *Archives*, 1848, VII, 116.

situé entre la Filia et les Mottets; il présente une sorte de stratification, quoiqu'on ne puisse voir que de grands blocs entassés les uns sur les autres. Le mot stratification s'accorde si mal avec celui de porphyre, que je suis disposé à croire que cette roche est un facies particulier des schistes cristallins du Montanvert plutôt qu'une masse porphyrique distincte. On peut y reconnaître diverses variétés :

1. Porphyre schisteux, très-feldspathique, se fondant au chalumeau en un émail blanc bulleux. Les cristaux de feldspath sont petits et rares; les grains ou cristaux de quartz sont alignés et peu nombreux; l'élément talqueux est en fort petites paillettes distribuées en lignes parallèles à celles du quartz.

2. Porphyre euritique; les cristaux de feldspath sont assez mal formés et disséminés dans une pâte grise. Le mica ou le talc est brun, en paillettes alignées, l'aspect en est quelquefois terreux. Il ressemble au *slaggy feldspathic trapp*, qui alterne avec les roches siluriennes de Bala *(Bala beds)*. Les taches allongées et alignées dont il est parsemé rappellent certains porphyres de Suède.

3. Porphyre gris cendré, n'ayant pas de rapport avec celui de Beaufort ou de Valorsine. La base est un feldspath gris, associé à des paillettes de mica brun ou noir, et entoure de grands cristaux de feldspath (orthose ?) blanc; l'intérieur de ce minéral est hyalin et le pourtour opaque.

Les variations de ces porphyres et *leurs passages* aux schistes cristallins sont nombreux; on s'en rend facilement compte depuis qu'il a été démontré que les granits, les protogines, les roches schisteuses et les pétrosilex ont la même composition. Ces porphyres s'appuient sur les schistes cristallins de la base du Montanvert, dont les couches plongent contre le Mont-Blanc.

§ 501. — A en juger par mes impressions personnelles, plus d'un géologue, en arrivant au **Montanvert** (1921 mètres), doit avoir perdu de vue les observations qu'il se proposait de faire, en jouissant du grand et singulier spectacle qui s'offre à lui. La Mer de Glace avec son entourage doit, il me semble, entièrement captiver l'attention, lorsqu'on la voit pour la première fois. Mais je reviens à mes observations. Tout ce qu'on a sous les yeux est extraordinaire et frappant; je mets au premier rang les pointes élevées et aiguës des montagnes qui sont connues sous le nom d'**aiguilles** : Aiguille du Dru, Aiguille Verte, Aiguille des Charmoz, du Moine, etc. Il y a longtemps que Dolomieu [1] a remarqué que les noms des hautes sommités caractérisent les chaînes. Dans les Alpes, les rochers de forme aiguë s'élancent à plusieurs centaines de mètres au-dessus du corps de la montagne : ce sont des aiguilles; dans les Pyrénées, de grandes masses de rochers présentent des pentes raides, des faces escarpées, mais accessibles : ce sont des pics; dans les Vosges, les sommités ont des formes arrondies : ce sont des ballons.

Les aiguilles qui forment les sommets de la chaîne centrale, et qui donnent à la vue du Montanvert un aspect particulier, sont évidemment des restes de montagnes enlevées par des dénudations, comme le dit de Saussure à propos du mont Cervin [2]. Les massifs qui entouraient ces aiguilles ont été en partie disloqués par le grand mouvement qui a porté les roches à la hauteur qu'elles ont atteinte; les débris en ont été enlevés par les anciens glaciers, les agents atmosphériques ayant ainsi continué l'œuvre qui avait été commencée par une force venant de l'intérieur de la

[1] *Journ. des Mines*, an VI, VII, 315.
[2] *Voyages*, § 2244.

terre. Je crois, comme je le dirai plus tard, que l'existence des aiguilles est liée à la structure en éventail. On peut en conclure que dans des temps reculés la chaîne du Mont-Blanc a été plus élevée qu'elle ne l'est maintenant, et que la masse principale dépassait le sommet des aiguilles, qui se sont toujours abaissées en traversant la série des âges.

Autour du pavillon du Montanvert, jusqu'à 2200 mètres environ au-dessus du niveau de la mer (§ 129), se voient de vrais **blocs erratiques** et des surfaces polies qui ne laissent aucun doute sur l'ancienne extension du glacier.

Il y a sur la Mer de Glace et dans ses environs tant d'observations à faire, que dans les pages suivantes nous traiterons des sujets qui n'ont pas de rapport entre eux, mais qui cependant sont liés, parce qu'ils se rapportent à ce qu'on voit en parcourant ce grand glacier.

Il m'a semblé que la direction de la chaîne n'est pas tout à fait celle des schistes cristallins: la première court du N. 37° E. au S. 37° O., de la cime des Fours à la Pointe d'Orny près du glacier du Trient, tandis que la seconde va du N. 40° E. au S. 40° O., comme on le voit en ajustant les couches qui se correspondent des deux côtés de la Mer de Glace. Du reste, on n'attachera pas d'importance à cette mesure, si l'on se souvient que de Saussure[1] avait cru reconnaître que les feuillets des roches cristallines de l'Aiguille du Dru sont disposés comme des feuilles d'artichaux.

§ 502. — Un amas de **pierre ollaire** se trouve à la *Cheminée*, non loin du Montanvert, dans les schistes cristallins voisins de la protogine. Cette pierre ollaire, qui pré-

[1] *Voyages*, § 613.

sente deux teintes mélangées, l'une grise et l'autre d'un vert foncé, est accompagnée de talc blanc et d'asbeste dure; elle est en rognons compactes à l'intérieur et fibreux à l'extérieur, alignés parallèlement à la stratification des schistes cristallins ; elle ne dépasse pas 2 ou 3 mètres dans sa plus grande épaisseur et par place elle disparaît presque entièrement. Elle semble former une couche qui s'étend sur une grande longueur dans la chaîne du Mont-Blanc ; elle se montre au Mouret (§ 507), au glacier du Trient (§ 515), au-dessus de la Pierre-à-l'Échelle (§ 536) non loin du glacier des Bossons et peut-être aux Grands Mulets (§ 543), mais cette couche ne comprend pas l'amas de serpentine qui est à la base du Montanvert.

§ 503. — La jonction des schistes cristallins et de la protogine est bien visible à l'**Angle**, au bord de la Mer de Glace, en amont du Montanvert. La ligne de séparation plonge au S.-E. d'environ 60°. En comparant les roches de cet endroit avec celles qui sont plus voisines de Chamonix, on se persuadera, comme l'a dit Jurine, que les roches deviennent de plus en plus cristallines, à mesure qu'elles sont plus élevées dans la chaîne du Mont-Blanc. Près de l'Angle, les schistes cristallins ont des éléments plus distincts; à leur contact avec la protogine, ce sont de vrais gneiss alternant avec des leptynites blanches.

C'est à l'Angle qu'on entre sur la Mer de Glace, lorsqu'on veut parcourir ce glacier magnifique qui a été le théâtre des études de de Saussure, de M. J. Forbes [1] et de M. Tyndall [2]; plus on le voit, plus on en admire l'ensemble et les détails. A l'Angle on pourra étudier l'influence que le gla-

[1] Forbes, *Travels throught the Alps*. Edinburgh, 1843.

[2] Tyndall, Observations faites sur la Mer de glace. *Instit. Royale*, 4 juin 1858 ; *Archives*, 1858, III, 183, et 1862, XIII, 199.

cier exerce sur les roches feldspathiques et juger de l'exactitude du dessin que M. Forbes a donné de la position du glacier, et des roches striées par les efforts des blocs pressés par la glace. Le poli récent est plus parfait que l'ancien : le premier atteint environ 20 ou 30 mètres au-dessus du glacier (la hauteur du glacier varie), tandis que le second s'élève beaucoup plus haut.

§ 504. — Depuis l'Angle, on ne trouve plus dans les roches en place que des protogines massives en puissants feuillets et des protogines schisteuses; à l'aiguille de **La Noire** (rive droite du glacier du Géant) ce dernier caractère est fortement développé, la roche a une couleur foncée et les éléments y sont si peu distincts qu'elle semble avoir plus de rapport avec une ardoise lustrée et de mauvaise qualité qu'avec une roche granitique. Ces roches tantôt cristallines, tantôt schisteuses, s'étendent sans interruption de l'Angle au mont Fréty, au-dessus de Courmayeur.

Sur la moraine voisine de l'Angle, on trouve des roches cristallines très-chargées d'amphibole. Quoique ce minéral soit en veines ou en filons un peu partout dans le massif du Mont-Blanc, il se rencontre, en général, dans les parties extérieures de la protogine. Les variétés de celle-ci sont nombreuses sur la Mer de Glace; on y voit aussi des eurites et quelquefois de vrais granits. Il n'est pas étonnant d'y trouver des roches d'espèces très-diverses; car d'innombrables blocs se détachent des points différents de l'espace compris entre le sommet du Mont-Blanc et le fond du glacier du Talèfre, et se meuvent comme des radeaux sur ce grand fleuve gelé qui s'écoule lentement au pied du Montanvert.

Si maintenant on connaît bien la superficie de la Mer de Glace, on n'a pu, je crois, en apprécier **l'épaisseur**

d'une manière exacte. En 1788, deux guides ont cherché à le faire au moyen de sondages exécutés dans les trous qu'on nomme les Moulins. Vis-à-vis du glacier de Trélaporte, ils trouvèrent 238 pieds d'épaisseur; 252 pieds au bas du glacier du Talèfre, et ils ne purent réussir dans le sondage essayé au pied de La Noire[1]. Ces chiffres ne sont pas d'accord avec le résultat du sondage fait par M. Tyndall, qui a trouvé 163 pieds anglais d'épaisseur à la glace mesurée dans un *moulin* du glacier du Léchaud[2]. L'épaisseur de la Mer de Glace doit être assez variable, et il est évident qu'elle n'était pas la même en 1826, époque de sa plus grande extension dans ce siècle, et en 1866, moment où elle avait considérablement diminué dans toutes les dimensions.

J'ai trouvé au pied de l'**Aiguille des Charmoz**, sur la rive gauche de la Mer de Glace, une roche nouvelle composée de quartz jaune de miel, d'orthose blanc, d'une matière verdâtre d'un aspect gras, qui se laisse rayer au couteau, et de mica ou de talc noirâtre. La jolie protogine à cristaux de **télésie** bleue, dont M. F. Soret[3] annonça la découverte à la Société philomatique, en 1820, provient de l'Aiguille des Charmoz. Ces cristaux, qui sont tantôt en prismes hexagonaux réguliers, tantôt en prismes aigus, pénètrent la roche dans tous les sens; celle-ci renferme souvent du mica et de l'épidote.

§ 505. — L'**Aiguille du Dru**, sur la rive de la Mer de Glace opposée à celle du Montanvert, est composée d'une protogine à grands cristaux de feldspath. On ne doit pas, je crois, attacher d'importance aux quelques assises hori-

[1] *Journ. de Genève*, 15 novembre 1788, p. 192.
[2] *The glaciers of the Alps*, 1860, 366.
[3] *Bull. Soc. philomatique*, 1820, 73.

zontales que de Saussure observa avec un télescope au sommet de cette aiguille inaccessible[1]. On y a signalé la présence d'un filon de pyrite[2].

Dans l'**Aiguille du Moine**, sur la rive droite du glacier du Talèfre, on voit une protogine schisteuse dans laquelle deux éléments magnésiens sont bien distincts : l'un d'un vert clair et l'autre d'un vert foncé. M. V. Payot, dans son catalogue des roches de la chaîne du Mont-Blanc, indique de la protogine rouge à cette aiguille. Il signale aussi de la protogine avec **molybdène sulfuré** au Talèfre, au Tacul et aux Charmoz. On sait que ce minéral a été d'abord découvert par de Saussure sur les pentes du col du Géant, du côté de Courmayeur[3]. Ce n'est que plus tard qu'il a été retrouvé du côté de la Mer de Glace[4].

On trouve encore sur la Mer de Glace des cristaux de **sphène**, de **prehnite** et de **chaux fluatée rose**. Ces derniers viennent probablement des Aiguilles des Courtes, au fond du glacier de Talèfre. Ils sont, en général, associés à des cristaux de quartz hyalin ou de quartz enfumé et à une gangue de feldspath, de chlorite et de quartz, qui a, par conséquent, la composition de la protogine, sans en avoir l'apparence. Avec la chaux fluatée, souvent moulée sur le quartz, on voit de la **chaux carbonatée** qui se trouve parfois isolée dans la protogine.

§ 506. — La **course du Jardin** se fait aisément et offre un grand intérêt, soit par la marche qu'elle nécessite sur le glacier, soit par la grandeur et la bizarrerie du splendide spectacle dont on jouit. Berthoud van Berchem

[1] *Voyages*, § 612, 617.
[2] *Journ. des Mines*, an III, n° V, 33.
[3] *Voyages*, § 899 ; *Journ. de Genève*, 1798, n° 44.
[4] *Journ. des Mines*, an III, n° V, 49.

décrit en quelques lignes la vue qu'on a du **Couvercle** (passage pour aller au Jardin). Après avoir parlé des précipices et de l'aspect de la Mer de Glace qui tranche avec la couleur noire des montagnes et la couleur foncée du ciel, il continue en disant[1] : « A droite, « je vois le *Tacul*, « au fond duquel je distingue le col qui conduit à *Cor-* « *major* par une route hasardeuse, difficile et abandonnée « (le col du Géant). Ce glacier vient par une belle chute « joindre et entretenir le glacier des Bois. Vis-à-vis de moi, « au S., je vois le glacier de l'*Échaux*, au fond duquel « s'élèvent la *grande* et la *petite Jorasse*, rochers escar- « pés à arêtes vives et tranchantes. Enfin, à gauche, le « glacier du Talèfre et les murs qui l'entourent se pré- « sentent à mes regards; j'y distingue les *Droites* et les « *Courtes*, pointes fameuses par la quantité de cristaux « qu'on en a tirés, et funestes par la mort de plusieurs « *cristalliers*. Le Mont-Blanc, toujours majestueux et su- « blime sous quelque face qu'on le regarde, se présente à « l'O. L'Aiguille du Talèfre s'élève au-dessus de moi, au « N. Telle est l'enceinte et les sources des glaces éternelles « qui forment et entretiennent le glacier des Bois. »

Le Jardin est un espace peu considérable, situé au milieu du glacier du Talèfre, et qui, en été, n'est jamais recouvert de neige, ni de glace. Il est parsemé de beaucoup de blocs que les glaciers y ont amenés, et il est entouré de leurs moraines actuelles. Sur ce sol aride se développent quelques plantes qui ont attiré l'attention des botanistes.

En 1856, après que M. Sharpe eut publié un mémoire sur la chaîne du Mont-Blanc[2], dans lequel il soutenait

[1] *Excursion dans les mines du Haut-Faucigny*. Lausanne, 1787.

[2] On the structure of Mont-Blanc and of Environs. *Quart. J of Geol. Soc.*, 1854, XI, 11.

qu'elle n'offre pas seulement une **structure en éventail** simple, mais deux axes synclinaux séparés par un axe anticlinal, je retournai au Jardin pour étudier la structure intérieure de la chaîne. Mais je fus peu satisfait de mes observations géologiques. La structure générale de ces grandes masses ne se montre pas d'une manière claire; tout est douteux, on n'est point certain de ce que l'on voit. Aussi de Saussure, cet observateur si distingué, nous donne-t-il sur cette région des renseignements qui ne s'accordent guère entre eux. J'ai déjà signalé la structure bizarre qu'il a reconnue dans l'Aiguille du Dru (§ 505), et en parlant des granits des Charmoz qui sont en face de cette Aiguille, il en donne une description toute différente. « Leur structure ne paraît pas d'abord bien distincte, dit-« il; mais à mesure qu'on avance on voit les grandes « tables dont ils sont composés devenir plus régulières, « approcher davantage du parallélisme, et se diriger trans-« versalement à la vallée pour courir à peu près du N.-E. « au S.-O.[1] » Plus loin[2], de Saussure nous explique comment il est difficile de discerner une structure régulière dans la chaîne centrale, en disant que l'on ne peut apercevoir la position des feuillets que dans les places qui sont dans un certain rapport avec l'observateur. « C'est pour cette « raison, dit-il, que du haut du Couvercle nous ne recon-« naissons bien distinctement la situation que de ceux « d'entre ces feuillets qui sont devant nous au S.-S.-E., au « fond du glacier de Léchaud, parce que comme ils courent « à peu près tous dans cette même direction, c'est-à-dire du « S.-S.-E. au N.-N.-O., ceux-là sont les seuls dont les plans « prolongés passent par notre œil; mais ce qu'il y a de

[1] *Voyages*, § 629.
[2] *Ibid.*, § 631.

« remarquable, c'est que derrière nous, une grande arête « qui joint le rocher du Couvercle à l'Aiguille du Talèfre, « est en entier composée de feuillets situés de la même « manière, et qui paraissent par conséquent être leur con- « tinuation, quoiqu'il y ait sûrement entre eux un intervalle « de plus de trois lieues. »

On peut remarquer que les deux directions indiquées par de Saussure dans ces deux citations sont presque à angle droit.

Je n'ai donc pu reconnaître aucune régularité dans la direction des protogines, et je n'ai rien trouvé qui m'autorisât à croire à la présence des axes synclinaux dont M. Sharpe a parlé. Mais je n'étais pas certain de leur absence, et c'est pour étudier cette question qu'en 1859 je fis la course du col du Géant (§ 573).

On m'avait assuré qu'on trouve des ardoises aux Courtes, à l'E. du Jardin. Ce fait serait très-curieux s'il venait à se vérifier ; mais comme on m'avait fourni le même renseignement au sujet des roches du glacier de la Pendant, sur le flanc de l'Aiguille Verte, et que ces prétendues ardoises se sont trouvées être des schistes cristallins noirs et lustrés (§ 510), je pense que les roches des Courtes ne sont pas autre chose.

On peut remarquer au Jardin que les **surfaces polies par les glaciers** s'élèvent à peu près au niveau de la partie supérieure de cette espèce d'oasis, c'est-à-dire à 3000 mètres, tandis que nous les avons trouvées à 2200 mètres au Montanvert.

§ 507. — Quand on se rend du Montanvert au Chapeau, en traversant la Mer de Glace, on franchit, au delà du glacier, le passage du **Mouret** ou **Maupas**, au milieu duquel on trouve le prolongement de la couche de pierre ollaire de

la partie supérieure du Montanvert. En descendant du **Chapeau** dans la vallée de Chamonix, on marche pendant quelque temps sur les schistes cristallins, puis on arrive sur du calcaire noir. A la jonction de ces deux roches, au-dessus du sentier du Bouchet, on voit la cargneule et l'on observe la coupe suivante de haut en bas :

1. Schiste cristallin à grandes masses.
2. Schiste cristallin talqueux, décomposé, noirâtre.
3. Schiste cristallin talqueux rougeâtre, à mica noir; 1 mètre.
4. Schiste talqueux, décomposé en argile blanche, pâte *courte*, un peu quartzeuse; 25 centimètres d'épaisseur.
5. Argile verte à pâte grasse, maniable, plastique; 15 centimètres.
6. Cargneule ou calcaire magnésien celluleux.
7. Calcaire noir, voisin d'un four à chaux.

L'inclinaison de toutes ces couches fait un angle de 30° avec la verticale et plonge dans l'intérieur de la montagne, en sorte que les schistes cristallins sont superposés à la cargneule et celle-ci au calcaire, ce qui est dû au renversement des couches. La position des roches calcaires, plongeant au-dessous des schistes cristallins, est un des faits capitaux de la géologie de la chaîne du Mont-Blanc, comme nous allons le voir.

§ 508. — On trouve au bas du glacier des Bois une colline de calcaire noir, nommée la **Côte du Piget.** Elle est située de telle manière qu'elle force le glacier des Bois à se recourber du côté de l'O. De Saussure en parle, et il assigne aux couches une direction du N.-E. au S.-O. et un redressement qui varie dans quelques endroits de 28 à 30° contre le N.-O. Cette colline est entièrement isolée dans le bas de la vallée, et de tous les côtés elle est entourée de

blocs et de moraines plus ou moins anciennes. Le calcaire qui la constitue est noir, impur, quelque peu satiné et brillant. Il renferme des apiocrinites (très-rares), des bélemnites indéterminables pour l'espèce, mais très-caractérisées : j'ai remarqué que la longueur de ce fossile était dans le plan des couches; ce qui prouve clairement que les plans de division de ces rochers sont des plans de stratification, et non pas des plans de clivage.

Tout en faisant ces observations, j'arrivai près d'un chamois qui paissait tranquillement au pied de la Côte du Piget, et qui disparut en quelques bonds dans la forêt. Il est bien rare, je crois, de trouver au milieu de l'été un animal de cette espèce aussi bas dans la vallée.

Après avoir traversé pendant quelques centaines de pas, en allant à l'E., des débris apportés par le glacier, on retrouve des couches calcaires, à peu près à la jonction de la moraine latérale droite du glacier des Bois et de la moraine frontale, au lieu nommé Bonna-ney. Elles sont dirigées du N. 25 ou 30° E. au S. 25 au 30° O. et plongent de 60° à l'E. un peu S. Non-seulement on trouve ici des bélemnites dont la longueur est dans le sens du plan des couches, mais encore on voit que les couches sont de nature variée. Ce sont des schistes satinés noirs, alternant avec des calcaires noirs, bleuâtres, en sorte qu'il n'y a pas le moindre doute sur leur position et leur stratification. En s'élevant sur ces calcaires, on arrive à la couche de cargneule. Immédiatement avant celle-ci, il y a une espèce de ravin sans eau ou de couloir qu'il faut gravir, et que la cargneule traverse obliquement dans le haut, en reposant sur les couches calcaires. Dans la partie supérieure du ravin on voit les schistes cristallins s'appuyer sur la cargneule; en sorte que la double superposition, des schistes cristallins à la car-

gneule et de celle-ci au calcaire noir à bélemnites, n'est pas douteuse. Si l'escarpement de la montagne était vertical, et que l'on appliquât l'extrémité supérieure d'un fil à plomb contre les schistes cristallins, la partie inférieure du fil toucherait le calcaire. C'est bien ce que l'on appelle une véritable superposition.

Au haut du ravin que je viens d'indiquer, on est à côté de la couche de cargneule située sur le chemin du Chapeau près du four à chaux dont j'ai déjà parlé.

Il y avait quelque intérêt à établir d'une manière précise et détaillée la **superposition des schistes cristallins au calcaire**, cette superposition ayant été pendant longtemps mise en doute et même niée, quoiqu'elle eût été souvent constatée.

La lecture de l'ouvrage de de Saussure, et particulièrement des §§ 705, 712, 1140, donne bien l'idée que les calcaires et les cargneules de la vallée de Chamonix plongent contre l'intérieur de la montagne en se relevant contre la vallée. On en conclut que les roches cristallines leur sont superposées; mais on déduit cette manière de voir des écrits de l'illustre savant, plutôt qu'on ne l'y trouve exprimée très-positivement. Je parlerai des conséquences qui résultent de cet arrangement des terrains dans le chapitre relatif à la structure en éventail; pour le moment je me bornerai à signaler une coupe prise par M. Ruskin au **Crozet de Lavancher** ou Lavanchi près de l'Aiguille de Bochard; cette localité est probablement la même que celle de la route du Chapeau, dont j'ai donné la coupe. On y voit (Pl. XVIII, fig. 2) :

1. Gneiss (*s*) plongeant de 36° au S.-E., dirigé au N. 50° E. d'après M. Ruskin.

2. Débris (*D*) cachant la jonction des terrains.

3. Cargneule (*ca*) ayant 50 pieds d'épaisseur environ.

4. Cargneule imparfaite (*ca'*) (calcaire poreux), 2 pieds d'épaisseur.

5. Calcaire noir du Buet (c'est ainsi qu'il le nomme) avec bélemnites (*j*). Il est le prolongement du calcaire de la Côte du Piget.

Cette superposition des schistes cristallins aux roches de sédiments n'est pas un fait spécial à la chaîne du Mont-Blanc : il s'observe sur les bords de tous les massifs cristallins des Alpes.

§ 509. — Les environs de la Côte du Piget sont couverts de blocs erratiques apportés par le glacier. J'ai vu la moraine en voie de formation atteindre presque le sommet de la colline ; mais depuis quelques années le glacier s'est considérablement retiré [1].

De Saussure avait remarqué des moraines anciennes jusqu'à 1300 ou 1400 pieds du point où le glacier finissait de son temps, ce qui lui fit penser que son extension avait été autrefois beaucoup plus grande. Il aurait pu conclure de cette dispersion des blocs que ceux-ci n'ont pu former d'énormes entassements au pied des glaciers actuels; puisqu'ils sont répandus sur un grand espace [2]. Cependant il ajoute que « cette observation, d'accord en cela avec beau-« coup d'autres, donne lieu de croire, comme le fait M. De « Luc, que l'état actuel de notre globe n'est point aussi « ancien que quelques philosophes l'ont imaginé. »

Si de Saussure et De Luc entendent par « état du globe » l'époque depuis laquelle les glaciers sont renfermés dans leurs limites actuelles, je suis de leur avis; mais l'idée

[1] Voyez la note de M. Ch. Martin, *Archives*, 1866, XXVI, 209, et celle de M. V. Payot, *Archives*, 1866, XXVII, 96.

[2] *Voyages*, § 625.

de la grande extension des glaciers ayant été admise dans la science, on ne peut considérer les moraines comme des chronomètres.

De Saussure[1] a pris pour un éboulement l'énorme moraine située près de la Côte du Piget et un peu en aval du **village des Tines.** Cet amas de blocs, sur lequel repose le hameau de Lavancher et la grande Pierre Lisboli, est figuré sur la carte de M. Forbes ; il se joint dans sa partie supérieure à la moraine du glacier des Bois, et dans sa partie inférieure traverse l'Arve. Il est probable que le cours de ce torrent a été plus obstrué qu'il ne l'est aujourd'hui; car le hameau des Iles est situé en amont à un niveau plus élevé que le reste de la vallée de Chamonix, et son nom rappelle un état de choses qui n'existe plus. Entre le passage des Tines et le village d'Argentière, surtout près de la Joux, on remarque trois terrasses superposées qui se correspondent des deux côtés de la vallée. Il n'y a pas de doute que ces terrasses ne soient, comme celles de la plaine, postérieures à l'époque glaciaire et à la moraine des Tines, qui elle-même appartient probablement à la dernière phase de cette époque. Le niveau de la vallée près de la Joux a donc été plus élevé qu'il n'est maintenant, et les eaux de l'Arve ont formé les dépôts d'alluvion et modifié le dépôt glaciaire. On retrouve donc dans cet endroit resserré la même chronologie qui a été établie pour les dépôts de la plaine.

§ 510. — Un peu avant d'arriver à Argentière, on voit à main droite la cargneule et les calcaires affleurer au-dessus du hameau nommé **Chosaley** ou **la Rosière.** Toutes les couches plongent au S.-E. de 35 à 40° sous la

[1] *Voyages*, § 544.

chaîne du Mont-Blanc. La coupe de cette localité est la suivante (Pl. XVIII, fig. 3) en commençant par le haut :

1. Schiste très-cristallin (*s*) avec une quantité notable de mica noir.

2. Cargneule (*ca*) bien caractérisée.

3. Schiste argileux noir (*a*), satiné probablement par étirement, renfermant beaucoup de pyrites de fer.

4. Calcaire noir jurassique (*j*) en couches renfermant des traces de corps organisés. Il est le prolongement de celui de la Côte du Piget et a le plus grand rapport avec celui de la Mayaz dans le val Ferret (§ 580).

Au-dessous on ne voit que des éboulements et la plaine. Cette coupe est un nouvel exemple de la superposition des roches cristallines sur les roches de sédiment.

Ce fut d'Argentière que je partis pour aller vérifier au sommet du **glacier de la Pendant** les renseignements qui m'avaient été fournis au sujet des prétendues ardoises enfermées dans la protogine (§ 506). Je tenais à constater leur présence, de Saussure ayant dit qu'il existait des couches d'argile et de mica dans les couches verticales du granit veiné du St-Gothard[1]. Du hameau de la Rosière je montais, au-dessus des terrains indiqués dans la coupe précédente en cheminant sur des schistes cristallins qui forment à une grande élévation l'Aiguille du Moine; il ne faut pas la confondre avec celle de même nom qui est située près du glacier du Talèfre. Je passai ensuite près du sommet de l'Aiguille de Bochard.

§ 511. — En entrant sur le glacier de Topay ou Tepay, on voit très-nettement au-dessous de la glace une couche de boue d'un mètre d'épaisseur; elle renferme des fragments

[1] *Voyages*, § 1862.

de glace et quelques cailloux. Comme il y avait beaucoup de neige fraîche, mes deux guides et moi, nous nous attachâmes à une même corde. Nous fîmes peur à un chamois et à son petit qui se sauvèrent au travers du glacier dans la direction que nous désirions prendre, et nous suivîmes leurs traces, espérant ainsi éviter les endroits où la neige, en masquant une crevasse, aurait été trop faible pour nous porter. Notre prudence nous réussit, et nous cheminâmes de la sorte pendant quatre heures sans accident.

Le glacier du Topay présente d'immenses crevasses; mais on les évite en le gravissant par la rive droite et en le traversant dans sa partie supérieure sur une espèce de plateau, à la base de l'Aiguille Verte. Cet endroit est à 2938 mètres au-dessus du niveau de la mer: là le glacier du Topay est réuni à celui de la Pendant et à la partie supérieure du glacier de Lognan. A partir de la Rosière, les couches sont de plus en plus inclinées, à mesure qu'on s'élève : en bas, elles plongent de 35 à 40° sous la chaîne du Mont-Blanc; à la partie inférieure du glacier du Topay, de 50°; et au sommet de l'Aiguille du Moine, de 63°.

Les roches de la base de l'Aiguille Verte sont des schistes cristallins très-feldspathiques; quelques-uns à feldspath jaunâtre contiennent beaucoup de lamelles de mica, d'autres sont des protogines schisteuses. Près de là j'arrivai aux **prétendues ardoises** pour lesquelles j'avais fait la course. Ce ne sont que des schistes noirs très-talqueux ou micacés, contenant plus de quartz que de feldspath et, ce qui est important à noter, des veinules ou petits noyaux de calcaire qui ne sont guère reconnaissables à l'œil, mais qui font effervescence avec les acides.

La plus grande partie de l'**Aiguille Verte** est formée de vraie protogine. On y trouve (je ne sais pas exactement

dans quelle position) une roche de feldspath grenu, blanc, contenant une très-petite quantité de quartz, qui a l'apparence d'un grès et que l'on devrait peut-être nommer *feldspathite.*

Du pied de l'Aiguille Verte, nous traversâmes le haut du glacier de Lognan pour arriver au sommet de l'arête des **Rachasses** que nous suivîmes en descendant. Elle est difficile à parcourir, car il faut passer à travers un nombre immense de blocs épars, qui se détachent peu à peu de la roche sous l'influence des agents atmosphériques. Ici, de même qu'au Brévent (§ 458), au col du Géant, à l'Aiguille du Midi (§ 574), etc., on voit le résultat de l'action incessante qui décompose la surface des montagnes. L'arête des Rachasses est formée de gneiss variés à grains fins, moyens ou gros. On y trouve des roches dans lesquelles les lames de mica ont un ou deux centimètres de diamètre, ce qui est beaucoup pour le mica du Mont-Blanc.

Les Rachasses dominent considérablement le **glacier d'Argentière** qui s'enfonce au loin dans la chaîne du Mont-Blanc, et paraît presque horizontal. La rive droite de ce glacier, dont la vue est bien frappante, présente une succession d'aiguilles admirables (Pl. XVIII, fig. 4). La plus extérieure est celle du Chardonnet, et à droite au fond du glacier s'élève la pyramide du mont Dolent dont la face orientale touche au val Ferret.

§ 512. — Mon guide (Munier d'Argentière) désignait l'Aiguille du Tour Noir sous le nom d'Aiguille des Améthystes, à cause des cristaux qui s'y trouvent, et il m'indiqua aussi un gisement de belles épidotes près de la croix placée dans le dessin. Il avait remarqué que les **fours de cristaux** sont toujours dans de la protogine, qui est assez décomposée pour qu'avec de l'habitude on puisse reconnaître les en-

droits où il y a chance de faire de bonnes trouvailles. Le spathfluor rouge est, disait-il, très-souvent associé au quartz hyalin, rarement au quartz enfumé, et se trouve dans des veines de quartz blanc qui traversent la protogine altérée. Le quartz enfumé, accompagné d'améthyste, a souvent pour gangue du quartz noir, et tous deux sont dans la protogine décomposée. La liaison de ces minéraux avec la roche altérée ne pourrait-elle pas tenir à l'action d'un composé fluoré? et l'association du quartz noir avec l'améthyste n'est-elle pas due à l'influence d'une matière bitumineuse?

Quant aux minéraux eux-mêmes, y compris les pyrites qui sont quelquefois abondantes dans la protogine, il est évident qu'ils sont indépendants de cette roche, soit par le mode, soit par l'âge de leur formation : 1° parce qu'ils se trouvent dans des veines de quartz moins anciennes que la protogine; 2° parce que le quartz hyalin n'est pas lié aux roches de cristallisation, puisqu'il se forme parfois dans les gypses, dans les grès triasiques, et dans le grès de Taviglianaz supérieur au calcaire nummulitique [1].

La **jonction des schistes cristallins et des protogines** ne se voit point sur la rive gauche du glacier d'Argentière; elle est, si je ne me trompe, en amont de celui des Rachasses. Mais elle se distingue sur la rive droite, en aval du glacier extérieur de l'Aiguille du Chardonnet. Au-dessous des Rachasses, en descendant à Argentière, on remarque plusieurs grandes moraines, ainsi que de belles et anciennes surfaces polies. Le glacier d'Argentière n'amène

[1] On lira avec intérêt, au sujet du gisement des cristaux, les Observations dans les Alpes centrales de la Suisse, par M. Studer, *Bull. Soc. géol. de France*, 1856, XIV, 287; et les *Études sur les filons barytiques et plombifères des environs de Brioude*, par M. Dorlhac, où ce savant montre que ces filons sont des traces laissées par d'anciennes sources minérales.

guère que des protogines; mais elles sont variées, et l'oligoklase y est parfois bien développé. Dans une des variétés de cette roche, on observe que la schistosité intérieure n'est point parallèle aux faces des grandes dalles suivant lesquelles elle se délite. La protogine à grands cristaux n'y est pas rare.

§ 513. — En face du village d'**Argentière**, sur la rive droite de l'Arve, on trouve le schiste argilo-ferrugineux rouge et vert qui appartient au terrain triasique, comme j'ai cherché à le montrer il y a quelques années. Ces couches, qui sont le prolongement de celles des Posettes, sont redressées contre les Aiguilles Rouges et s'appuient sur des schistes argileux qui font probablement partie du terrain houiller. Ceux-ci s'appuient à leur tour contre la roche connue sous le nom de poudingue de Valorsine, comme on le voit dans le sentier qui, du hameau de Trélechent, conduit à peu près horizontalement au-dessus du village d'Argentière. Il paraît donc probable que le terrain houiller forme une zone peu épaisse sur le versant des Aiguilles Rouges du côté de Chamonix, puisqu'on le voit apparaître non-seulement ici, mais aux Rafforts et au Coupeau.

En amont d'Argentière est une gigantesque moraine; la hauteur en est d'environ 100 mètres, le niveau supérieur près de Trélechent étant de 1400 mètres au-dessus du niveau de la mer, et la base étant à 1300 mètres près du pont sur l'Arve. Elle barre la vallée et se prolonge en s'élevant jusqu'à la rive droite du glacier d'Argentière; cependant l'Arve la traverse avec une grande impétuosité. De Saussure[1] croyait que cette moraine avait été formée par les eaux au confluent desquelles elle se trouve. Un jeune na-

[1] *Voyages*, § 679.

turaliste, dont il n'indique pas le nom, et plus tard Bertrand[1] pensaient qu'elle avait été formée par la mer. Necker[2] admet que cette moraine, ainsi que celle des Tines, a barré la vallée de Chamonix et déterminé deux lacs dont le brusque écoulement a été la cause du transport des blocs erratiques dans la vallée de l'Arve. Sans nier l'ancienne existence de ces lacs, et la possibilité d'une débâcle qui aurait entraîné de gros blocs à une distance considérable, il est évident que ceux qui sont au sommet du Salève ou sur le Jura n'ont pu y être portés par l'effet de la rupture de pareilles digues, et que les eaux qui s'en sont échappées n'ont formé dans la plaine au delà de Bonneville qu'une nappe d'une bien faible épaisseur; car la vallée de Chamonix est fort étroite comparativement à la plaine. La moraine d'Argentière est disposée de manière à faire supposer que le glacier d'Argentière a franchi, dans un temps, le col des Montets.

§ 514. — En allant d'Argentière au col de Balme, on passe au **village du Tour** situé dans un endroit triste et sauvage, au pied du glacier de même nom. Sur la rive gauche de ce glacier, le gypse se montre, comme à l'ordinaire, associé à la cargneule laquelle repose sur un calcaire noir. Je n'ai pas su trouver le gypse qui est indiqué sur la carte de Raymond dans la grande combe voisine des chalets de Charamillan, mais on y voit un affleurement de cargneule dont le prolongement passe au **col de Balme.** Entre le village du Tour et ce dernier endroit, on chemine dans des pâturages qui recouvrent quelques moraines d'anciens glaciers, et lorsqu'on arrive au col de Balme à 2225 mètres, l'aspect du Mont-Blanc et des aiguilles qui l'entourent

[1] *Renouvellement des continents*, an VIII, 141.
[2] *Études géologiques*, I, 355.

est splendide. Mais la vue dont on jouit de l'Aiguille de Fer, un peu au N. du col, est plus frappante, parce qu'elle embrasse la région des Fiz et des Tours Sallières; qui comprend : les Aiguilles Rouges, les Fiz, le mont Oreb, le Buet, le mont Loguia, le Gros Perron, la Pointe d'Arvassey, la Pointe de Taneverge, la Pointe Rosse, les Tours Sallières et la chaîne de la Dent du Midi.

Les schistes argileux du terrain jurassique du col de Balme sont traversés par un grand nombre de veines ou de filons de quartz mélangé de chaux carbonatée. Je ne crois pas qu'on en trouve de semblables dans le terrain houiller des Alpes. Quoi qu'on ait dit sur l'origine de ces filons, il est évident qu'elle est entièrement aqueuse, et ils présentent bien le caractère d'un dépôt de cette nature; car les fibres qui les forment sont perpendiculaires aux parois des filons.

On peut du col de Balme faire une belle course au passage élevé des Portes Dorées ou Fenêtre de Saleinoz; cette excursion a été agréablement racontée dans divers ouvrages[1]. Ce n'est que tout récemment qu'on a bien connu la topographie de la région où se joignent les glaciers du Tour, du Trient, de Saleinoz et d'Argentière, qui était mal figurée sur les cartes sardes.

§ 515. — Du col de Balme, où on est à la limite du terrain jurassique, de la cargneule et des schistes cristallins, j'allai chercher la jonction de ces dernières roches avec la protogine. Je me dirigeai d'abord sur le chalet des Sésettes à l'E. du col, en passant par la vallée de Trient, près du Remoens de Lodéyie. On met environ deux heures

[1] Forbes, *Norway and its Glaciers visited in 1851*, Edinburgh 1853. Passage of the col de Salena, *Peacks, passes and glaciers*, London 1859, p. 350; *Bibl. Univ.*, 1860, XVII, 41.

pour atteindre ce chalet, en cheminant toujours sur le gneiss talqueux. Enfin, j'arrivai en vue de cinq glaciers. Je traversai le premier, près du chalet des Grands, espérant trouver la protogine sur l'autre rive; mais quoiqu'il charrie des blocs de cette roche venant des aiguilles qui le dominent, sa rive droite, appelée les Pétoues, est composée de gneiss. Il fallut faire une montée très-rapide avant de pouvoir traverser le second glacier nommé Béron; les schistes cristallins en forment encore la rive droite qui est occupée en partie par une grande et ancienne moraine de blocs de protogine [1]. Espérant toujours arriver à la protogine en place, je traversai un troisième glacier très-incliné, et sur lequel la marche était fort difficile. J'avais au-dessus et au-dessous de moi des crevasses, et des traces de pierres récemment tombées des grandes hauteurs qui dominent ce passage le rendaient assez inquiétant. Pendant que mon guide taillait des escaliers dans la glace et que j'attendais que son travail fût achevé, dans l'impossibilité de faire un seul pas à droite ou à gauche, deux grosses pierres arrivèrent en tournoyant contre moi. Un instant je me crus perdu; mais elles s'engloutirent avec un bruit semblable à celui du tonnerre dans une crevasse qui était sur leur passage. La rive droite du glacier était encore de schistes cristallins. Ne voulant pas abandonner ma recherche, je me dirigeai, en traversant un quatrième glacier, vers une arête rocheuse dont la teinte blanchâtre, les grandes découpures et certaines formes en *hommes de pierre* me faisaient supposer que j'atteindrais le but de ma course. J'arrivai au sommet d'un couloir qui domine un glacier faisant face à celui du Trient : ce couloir ressemble à la *Cheminée* du Montanvert, aussi l'ai-je bap-

[1] Mes notes me laissent quelques doutes sur la position de cette moraine qui pourr ait bien être sur la rive gauche du glacier de Béron.

tisé du nom de *Cheminée de Trient*. On peut y reconnaître la présence de **cinq grands filons de granit** traversant du gneiss à grain fin, semblable à celui du col de Balme. On pourrait les nommer des bancs de granit; car ils sont concordants avec les feuillets des schistes cristallins; mais ils ont cependant des branches latérales qui coupent les feuillets de cette roche. L'épaisseur du plus grand est de 5 à 6 mètres, les autres sont plus minces. Tous sont formés d'un vrai granit à mica blanc, dont le feldspath parfois bleuâtre devient blanc sous l'action du chalumeau. La présence de ce granit dans cette localité est la seule observation qui, à ma connaissance, pourrait confirmer l'hypothèse de M. Necker[1] relative à une masse granitique centrale dans la chaîne du Mont-Blanc. Les plans de division du gneiss ont une direction variable qui en moyenne est du N. 20 à 25° E. au S. 20 à 25° O. Quant à l'inclinaison, elle est toujours la même, c'est-à-dire que plus on examine les couches dans des endroits élevés, plus on les trouve inclinées.

Le fond de la *Cheminée* est occupé par un filon de pierre ollaire schisteuse, semblable à celle du Montanvert; elle en est probablement le prolongement. Enfin, en traversant le glacier rapide et difficile situé au pied de la *Cheminée*, j'arrivai à la protogine en place, en sorte que je trouvai cette roche sur la rive gauche du grand glacier de Trient et sur la rive droite d'un petit glacier latéral, à 2312 mètres d'altitude. Elle est formée de feldspath à grands cristaux hémitropes, de quartz hyalin, de chlorite en nids d'un vert bouteille foncé et d'une substance d'un vert jaunâtre clair. Pendant que j'observais mon baromètre qui était planté sur

[1] *Mém. sur la val. de Valorsine*, déja cité.

un gros sérac isolé, et que mon guide et moi nous nous reposions, nous entendîmes au-dessous de nous un terrible craquement suivi d'un bruit sourd. Nous crûmes un instant que la masse de glace qui nous supportait s'abîmait, mais cette fois encore j'en fus quitte pour la peur.

Pour retourner au col de Balme, nous traversâmes le glacier sur lequel nous étions, en nous dirigeant contre le grand glacier du Trient; nous passâmes au-dessous d'aiguilles fort découpées, rougeâtres, formées d'éclogite (amphibole et grenat). C'est la première fois, je pense, qu'on a vu cette roche dans la chaîne du Mont-Blanc. Les deux minéraux qui la composent sont tellement disséminés l'un dans l'autre qu'ils doivent avoir cristallisé ensemble[1].

Je traversai facilement le grand glacier du Trient pour remonter sur la rive droite au chalet de **Vezevey.** Mon guide en y arrivant tua une vipère qu'il montra au berger de l'endroit. Celui-ci nous apprit que nous nous trouvions dans un lieu qui avait été anciennement maudit, et où l'on avait exilé toutes les vipères des vallées voisines.

La grande aiguille de protogine des Écandies, qui se voit bien du hameau du Trient, et qu'on nomme à tort Aiguille du Trient est au-dessus du chalet. Elle est séparée de la montagne de l'Arpettaz-de-Champé par un passage qu'on dit facile, et qui conduit près d'Orsières en Valais.

Le glacier du Trient, qui sur sa rive gauche charrie des blocs de gneiss et de protogine, n'amène que cette dernière roche sur la rive droite. Il y a formé une moraine qui est élévée d'environ 100 mètres au-dessus du glacier et qui repose sur le gneiss. Au N. de l'Aiguille des Écandies se trouve la limite de la protogine et des schistes cristallins,

[1] Durocher, *Comptes Rendus de l'Acad.*, 1857, XVLI, 863.

et cette dernière roche est la seule qui se montre entre ce point et le col de la Forclaz.

III. LES POSETTES ET L'ARPILLE.

§ 516. — Ce massif, qui est très-digne d'être visité, est limité d'un côté par le haut de la vallée de Chamonix, le col de Balme, le col de la Forclaz et Martigny: de l'autre par la vallée de Valorsine et le torrent du Trient dans la vallée de Salvan. Le massif est terminé au S.-O. par le col des Montets et au N.-E. par la vallée du Rhône.

On peut faire deux coupes pour expliquer la constitution géologique des Posettes. La première part du col de Balme et s'étend jusqu'au lac de Catogne (qu'il ne faut pas confondre avec le Catogne de la vallée du Grand St-Bernard); on n'y voit que du terrain jurassique. La seconde coupe part de la chaîne du Mont-Blanc dans le voisinage du village du Tour, passe par le sommet de l'Aiguille des Posettes et redescend à Valorsine; elle commence dans la chaîne du Mont-Blanc et se termine dans celle des Aiguilles Rouges. Cette dernière coupe est plus intéressante et plus complète que la première; mais aussi elle est plus difficile à faire, car le village du Tour est à 1480 mètres au-dessus du niveau de la mer, l'Aiguille des Posettes à 2208 mètres et Valorsine à 1275 mètres. J'ai déjà décrit la **coupe du Tour à Valorsine**[1]; mais je la reproduirai en détail, et j'y ajouterai les renseignements tirés de la section du col de Balme au Catogne, ce qui la rendra plus complète que

[1] *Mém. sur les terrains liasique et keupérien*, 1859.

celle qui a été donnée par M. Necker[1]. Elle se présente de la manière suivante (Pl. XVIII, fig. 6) :

Terrain cristallin.

1° Protogine et roche granitique de la chaîne du Mont-Blanc (*gr*).

2° Schistes cristallins (*s*).

Terrain triasique.

3° Cargneule (*ca*).

Terrain jurassique.

4° Calcaire noir (*jc*), de l'Aiguille de Fer et de la base du Mont-Blanc.

5° Schistes argilo-talqueux et ardoises (*ja*).

6° Calcaire noir à belemnites des chalets de Balme (*jb*).

7° Schistes argileux (*jc*, par erreur *ja*, dans la figure).

8° Grès micacé et schiste argileux (*gm*).

Terrain triasique.

9° Schistes argilo-ferrugineux rouge et vert (*a r*).

10° Grès arkose (*ak*).

Terrain houiller.

11° Schistes argileux à empreintes de fougères et grès (*h f*).

12° Poudingue de Valorsine (*h p*).

Terrain cristallin.

13° Schistes cristallins (*s*).

14° Roches granitiques (*gr*).

M. D. Sharpe[2] a publié une coupe différente de la mienne, mais je raconte ce que j'ai observé et je vais donner quelques détails sur les diverses couches :

Terrain cristallin.

§ 517. — 1. La *protogine* (*gr*) du Mont-Blanc recouvre, on le sait, les schistes cristallins ; mais comme elle est assez éloignée dans l'intérieur de la chaîne, je ne la décrirai pas, et je ne rappelle sa position que pour montrer que les ter-

[1] *Bibl. Univ., Sc. et Arts*, 1826, XXXIII, 74, et *Mém. Soc. de phys. de Genève*, 1828, IV.

[2] *Archives*, 1855, XXVIII, 277.

rains de sédiment, dont je vais parler, sont entre deux chaînes granitiques, ce qui indique qu'ils ne forment pas une série continue de haut en bas, mais qu'ils sont repliés.

2. Les *schistes cristallins* (*s*) qui constituent la montagne des Hautanes au S. du col de Balme, et dont les couches plongent au S.-E. ainsi que celles qui dominent la cargneule dans les environs de Charamillan et du Tour, sont très-variés. Ils appartiennent tantôt au vrai gneiss, tantôt au schiste talqueux, et souvent dans le même échantillon on reconnaît la présence du mica noir et celle d'un élément talqueux grisâtre. Quelquefois le mica est blanc, et l'élément talqueux est vert. Au bois Magnin, sur le revers oriental du col de Balme, la roche est un gneiss à gros grains : ailleurs elle renferme des eurites compactes ou schisteuses. Dans toute cette formation je n'ai su trouver aucune trace de grès ni de poudingue.

Terrain triasique.

§ 518. — 3. La *cargneule* (*ca*) passant au col de Balme est le prolongement de la couche du Chapeau, qui affleure le long de la base du Mont-Blanc, du col du Bon-Homme à la Forclaz de Martigny. Elle est très-développée dans le grand ravin des Herbagères, au pied méridional de la Croix de Fer, où l'on découvre le contact immédiat de cette roche avec les schistes cristallins. Ces derniers ont beaucoup d'analogie avec le gneiss ; ils sont durs et non décomposés à une certaine distance du contact. Mais à la jonction des deux roches il s'est formé une couche d'argile tantôt blanche, tantôt verte : la première est liante et la seconde l'est moins. Dans la partie supérieure de cette couche se trouvent des morceaux de quartz un peu violets, et dans l'argile blanche, des morceaux de feldspath d'un

blanc mat, se cassant facilement, ainsi que du talc qui en se décomposant lui donne une teinte verdâtre.

Terrain jurassique.

§ 519. — 4. *Calcaire jurassique* noir à pentacrinites (*jc*), formant les grandes aiguilles de la Croix de Fer (c'est par inadvertance que, dans mon mémoire sur les terrains liasique et keupérien de la Savoie, p. 60, j'ai dit que ces aiguilles étaient formées par des schistes argilo-talqueux). Ce calcaire présente de nombreuses traces de frottement, les couches en sont dirigées du N.-E. au S.-O. et plongent au S.-E. d'environ 60°; elles sont le prolongement de celles à bélemnites du Piget et sont exactement alignées avec les grands escarpements calcaires de Saillon en Valais. On sait que ces derniers font partie de la gigantesque voûte calcaire qui, de Lavey à Saillon, enveloppe le terrain houiller et les roches de cristallisation de la rive droite du Rhône.

Le calcaire de la Croix de Fer est l'un des jambages d'une énorme voûte maintenant rompue, dont l'autre jambage se trouve dans les calcaires des Tours Sallières et de la Dent du Midi. Si jamais cette voûte a existé, elle a été le prolongement de celle qui s'étendait du Buet aux Rafforts par-dessus les Aiguilles Rouges.

5. *Schistes argilo-talqueux gris ou noirs* (*ja*), peu ou pas effervescents, luisants, satinés probablement par le frottement des diverses parties les unes sur les autres; la couche inférieure ressemble à de l'ardoise. Ils forment en face de Charamillan un massif noir, sillonné par de grands ravins, et renferment beaucoup de quartz fibreux d'origine aqueuse, en filons, en veines ou en rognons, qui se trouve fréquemment dans le terrain jurassique.

6. *Calcaire* (*jb*) noir intérieurement, gris extérieurement. Il contient des bélemnites et des pentacrinites dans son prolongement du côté des chalets de Balme, où il est dirigé du N. 22° E. au S. 22° O., en plongeant au S.-E. Les bélemnites qui sont étirées par l'effet du clivage ont souvent du rapport avec celles du mont Joli. Le calcaire devient micacé dans sa partie inférieure.

7. *Ardoise* imparfaite ou schiste argileux (*jc*); environ 30 mètres de puissance.

8. *Grès micacé gris* (*gm*) et schiste argileux noir. Ces deux roches alternent plusieurs fois, et paraissent former la partie inférieure du terrain jurassique. Elles reposent ordinairement sur la cargneule triasique qui ne se trouve pas dans cette localité.

Terrain triasique.

§ 520. — 9. *Schiste argilo-ferrugineux rouge et vert* (*ar*). « C'est le *psammite schistoïde* de Brongniart, dit M. Necker, « à grains si fins qu'il paraît une roche homogène, un *phyl-* « *lade pailleté* du même auteur. » La surface en est légèrement luisante et parsemée de petites lamelles de mica blanc; cependant il entre probablement du talc dans la composition de cette roche, car elle est très-douce au toucher.

10. Le *grès arkose* (*ak*) ne se présente pas ici avec tous ses caractères habituels; c'est un grès verdâtre, exploité comme meules de moulin.

Terrain houiller.

§ 521. — 11. *Schistes argileux à empreintes de plantes* (*hf*), exploités sur le revers S.-O. des Posettes; ils fournissent des ardoises de belle qualité, tandis que les schistes du terrain jurassique n'en contiennent guère; les couches en

sont dirigées du N. 20° E. au S. 20° O., plongent à peu près au S.-S.-E. avec une inclinaison de 40° et traversent obliquement le massif des Posettes, comme tous les terrains de cette localité. Ces schistes sont également exploités à Plane de l'Envers, sur le versant N.-O. des Posettes, à une grande hauteur au-dessus du village de Valorsine ; ils alternent avec des grès micacés noirs et contiennent des empreintes de plantes de la flore houillère. Ces traces végétales sont recouvertes d'un enduit blanc jaunâtre, qui les distingue de celles de l'ardoisière des Posettes. Les grès qui les recouvrent ressemblent, à s'y méprendre, aux schistes cristallins ; ce qui montre, comme je l'ai déjà dit, que certains schistes d'apparence cristalline ne sont que des grès houillers.

Cette formation se prolonge des Posettes dans la vallée de Valorsine où on la voit au Fort du Chatelard et à la Tête Noire. On trouvera les noms des espèces fossiles contenues dans ce terrain plus loin dans la liste des végétaux houillers.

12. *Poudingue de Valorsine* (*hp*). Ce terrain a été soigneusement décrit par de Saussure. D'après lui, il est formé de cailloux variés, liés entre eux par un ciment schisteux. En effet, la pâte est un schiste rougeâtre, talqueux et micacé, qui ressemble beaucoup au schiste rouge et vert n° 9, indiqué plus haut. Il renferme des cailloux, en général quartzeux et arrondis, de grosseur variée, qui sont entourés d'une mince enveloppe fibreuse. Beaucoup d'entre eux paraissent avoir la même composition que le ciment qui les lie : dans ce cas, il est difficile de les distinguer de la pâte avec laquelle ils sont soudés. « Les cailloux appartiennent « tous à la classe des roches que j'appelle primitives, dit de

« Saussure [1], je n'y ai cependant pas vu de granit en masse, « seulement des granits feuilletés, des roches feuilletées, « mélangées de quartz et de mica; des fragments même de « quartz pur; mais absolument aucun schiste purement ar- « gileux, ni aucune pierre calcaire. » Les cailloux de quartz avec tourmaline que j'y ai trouvés, et qui sont de même nature que les filons des Aiguilles Rouges, indiquent que ces derniers ont été formés antérieurement au terrain houiller. La présence des cristaux de tourmaline démontre aussi que le poudingue de Valorsine n'a jamais supporté une température capable de les déformer. Le quartz en filons enveloppe quelquefois des morceaux du schiste qui compose la pâte de la roche.

Berger, dans sa notice sur les Aiguilles Rouges [2], dit que la Croix de l'Aiguillette, qui n'est autre que l'**Aiguille des Posettes** (2208 mètres), est composée dans le haut d'un granit veiné : mais en réalité ce sont des couches à peu près verticales de poudingue de Valorsine qui constituent cette sommité.

La localité des **Céblanes**, sur le revers N. de la montagne des Posettes, est remarquable par le développement du poudingue de Valorsine; elle est célèbre aussi par les observations pleines de justesse que **de Saussure** y fit en 1776 et 1784. Ce fut là qu'il eut, pour la première fois, une preuve évidente du redressement des couches de sédiment. Il comprit que des poudingues contenant de gros cailloux ne pouvaient avoir été déposés en couches verticales. « Il faut donc regarder comme une chose démontrée, « dit-il, que ces poudingues ont été formés dans une posi- « tion horizontale, ou à peu près telle, et redressés ensuite

[1] *Voyages*, § 690, 692.
[2] *Journ. de phys. et d'hist. nat.*, 1807, LVII, 280.

« après leur endurcissement. Quelle est la cause qui les a « redressés[1] ? »

N'est-il pas singulier de trouver dans la *Nouvelle théorie de la formation des filons*, de **Werner**[2], des idées à peu près semblables sur les mouvements que les couches ont subis depuis leur formation. Il y a cependant deux grandes différences. Werner avait observé la position des cailloux enveloppés dans la couche de poudingue, et il croyait voir dans cette position et dans celle des couches la preuve d'un affaissement :

« Le bouleversement, et le grand désordre, dit-il, que « présentent quelquefois les strates des montagnes, sont une « preuve manifeste de grands affaissements. Un *conglomeré* « (espèce de poudingue) dans une montagne auprès de « *Hainchen* en offre un exemple ; il est presque entièrement « composé de fragments de schiste argileux roulés, plats et « larges ; ils ont dans quelques endroits la même position « presque verticale, que les strates mêmes. Or il est im- « possible qu'ils aient été déposés dans cette position par « les eaux, il faut qu'ils l'aient prise, dans la suite, avec « les strates. »

Cette idée de Werner aura probablement été attribuée à tort à de Saussure, et cette erreur aura inspiré à M. **Necker** la note qu'il a publiée dans ses *Etudes géologiques dans les Alpes* (p. 234) ; il y affirme que de Saussure n'avait jamais pensé à soutenir que les axes des cailloux du poudingue de Valorsine fussent verticaux.

Dolomieu fait le plus grand éloge des observations de de Saussure sur le poudingue de Valorsine. « C'est lui, dit- « il, qui a constaté le fait le plus important de la géologie...

[1] Il insiste sur cette idée § 690, 695, 697, 704, 1302.
[2] Écrite en 1791 et publiée à Paris en 1802, p. 76.

« Je sentais depuis longtemps la nécessité de l'admettre ; « mais il était réservé à M. de Saussure de le prouver ; la « géologie doit à ses travaux plus de progrès qu'elle n'en « avait fait par les observations de tous les naturalistes qui « l'ont précédé[1]. »

Bertrand combattit le raisonnement de de Saussure et chercha à prouver, sans succès, que les couches de poudingue ont pu se former dans une position verticale[2].

Le docteur **Buckland**, dans un mémoire qui a joui d'une certaine autorité, reconnaît dans les Alpes la présence de poudingues qu'il classe dans le terrain du nouveau grès rouge ; mais il range le poudingue de Valorsine dans « les roches de transition, » et il le regarde comme étant un peu plus ancien que l'*Old red sandstone* des Anglais[3].

Bakewell plaçait ce poudingue dans le terrain houiller à cause des empreintes de fougères qu'il renferme, et il le distinguait nettement des schistes noirs à efflorescences salines des parties basses du col de Balme, qui sont « plus probablement les analogues du lias[4]. »

§ 522. — La limite inférieure de la formation de ce poudingue est difficile à établir, parce qu'il y a une grande analogie entre certaines parties des schistes cristallins et certains grès. Cette confusion a été faite par des hommes qui connaissaient bien les roches et les Alpes, par Dolomieu et par Bakewell[5], qui plaçaient les anthracites dans les micaschistes, tandis que ce combustible se trouve toujours dans des grès. Il n'est donc pas étonnant que nous ayons de

[1] Dolomieu, Mémoire sur les pierres composées et sur les roches, *Journ. de physique*, 1791, XXXIX, 389.

[2] *Renouvellement des continents*, an VIII, p. 161.

[3] *Journ. de physique*, 1821, XCIII, 20.

[4] Bakewell, *Travels in Tarentaise*, 1823, II, 26 et 27.

[5] Voyez plus loin l'histoire du terrain houiller.

l'hésitation sur la position de la limite inférieure du terrain houiller. Necker, aussi habile observateur que bon minéralogiste, a eu également des doutes. « Aux Céblancs, nous « dit-il, des couches de schiste rouge sans cailloux alternent « avec celles qui en sont remplies. La couleur et l'aspect « de cette roche schisteuse, qui est secondaire, se rapproche « tellement de celle du gneiss rouge sur lequel elle repose, « qu'il est impossible d'assigner la limite exacte entre les deux « ordres de terrains [1]. » Les poudingues sont très-développés, comme nous l'avons dit, aux Céblancs, et ils paraissent manquer à une petite distance; M. Necker nous dit encore : « Au N. de Valorsine, sur la route de la Tête Noire, des « masses considérables d'un grès gris, alternant avec des « schistes noirs, à empreintes de fougères, recouvrent pres- « que immédiatement la masse granitique du Bel Oiseau, « et n'en sont séparées que par une mince bande de proto- « gine. » Cette bande de protogine est ici à la place qui est ordinairement occupée par le poudingue de Valorsine. Ce même savant a écrit « qu'au-dessous des Frêtes de Villy « (près du Buet) la couche de micaschiste d'un rouge som- « bre, qui supporte les grès les plus bas du col de Salenton, « manque. Ce sont, dit-il, des protogines vertes qui en « tiennent la place, et qui, renfermant à leur surface su- « périeure quelques cailloux étrangers, prennent l'apparence « d'un poudingue. » Enfin, M. Necker ajoute : « Il m'a été « impossible de trouver une ligne de démarcation tran- « chée entre le terrain de protogine et le poudingue le « mieux caractérisé; en sorte qu'on peut affirmer qu'il y a « un vrai passage graduel entre ces deux roches [2]. »

M. **de Mortillet** insiste également, à plusieurs reprises,

[1] *Mém. sur la vallée de Valorsine*, 1828.
[2] *Bibl. Univ., Sc. et Arts*, 1826, XXXIII, 178.

sur ce que les roches anthracifères se confondent avec les roches cristallines[1].

On voit donc qu'il est difficile, si ce n'est même impossible de distinguer la formation des grès et des poudingues de Valorsine des schistes cristallins, lorsque les premiers ne renferment pas de cailloux roulés. Je me suis déjà occupé de cette idée[2]. Il paraît que ce n'est pas seulement dans les Alpes qu'il en est ainsi. M. Boulanger assure que, dans le département de l'Allier, les grès du trias pourraient être pris pour des roches primitives, si l'on n'y trouvait de vrais galets roulés[3].

Si quelquefois nous confondons le poudingue de Valorsine et le grès houiller avec les schistes cristallins, c'est une raison pour que le terrain triasique nous paraisse reposer tantôt sur le terrain houiller, tantôt sur les schistes cristallins.

M. **Hitchcock** a publié une note[4] renfermant des faits curieux sur la déformation des cailloux roulés dans les conglomérats et sur la conversion de ceux-ci en schistes talqueux. Pour ma part, je n'ose aller aussi loin que le savant américain.

La nature du ciment qui unit entre eux les cailloux du poudingue de Valorsine me semble être un puissant argument en faveur de l'origine que j'assignerai plus loin aux schistes cristallins; car ce ciment a été évidemment déposé par les eaux, et on peut le regarder comme un schiste micacé ou talqueux. Par conséquent, les roches de cette nature ont une origine aqueuse; je les crois formées de

[1] *Min. et Géol.*, § 161.

[2] *Mém. sur les terrains liasique et keupérien*, 1859, p. 78.

[3] *Statistique min. et géol. du départ. de l'Allier*, 177.

[4] On the conversion, etc., *Silliman's American journal*, 1861, XXX, 372. *Archives*, 1862, XIV, 93.

toute pièce dans les eaux, et je pense que le métamorphisme, trop souvent invoqué, n'a joué aucun rôle dans leur formation.

§ 523. — Aux rochers de St-Jean, entre les Céblancs et Valorsine, il y a une **glacière naturelle** (en patois, Bouère la liasse). Je ne m'y suis arrêté qu'un instant, et j'ai été frappé de la vivacité d'un courant d'air froid qui sort de la fissure de la glacière.

Terrain cristallin.

13. Les *schistes cristallins* (*s*) se trouvent au-dessous du poudingue, et malgré ce que nous avons dit de la ressemblance des schistes cristallins et des schistes houillers, on peut les regarder comme de vrais gneiss. Ils sont quelquefois rougeâtres, gris, micacés, etc. Cette formation est recouverte par des bois et des gazons; lorsqu'en juillet 1859 je descendis directement de l'Aiguille des Posettes à Valorsine, je suivis un talus de 800 à 900 mètres de longueur, entièrement occupé par des rhododendrons en fleurs qui formaient le plus beau champ que j'aie jamais vu.

14. Le *granit* (*gr*) est fort bien développé à la base de la montagne des Posettes, du côté de Valorsine; mais les roches sont, en général, peu découvertes. J'y ai trouvé deux énormes blocs de gneiss traversés par des filons de beau granit à mica noir, semblable à celui qui est si abondant du côté opposé de la vallée. On y voit des gneiss en place des schistes chloriteux, quelques variétés de granit amphibolique et peu de porphyre.

§ 524. — La position des couches de sédiment que je viens de décrire, situées entre deux montagnes de roches cristallines, indique évidemment qu'elles ne forment pas une série continue de haut en bas, mais qu'elles sont repliées

sur elles-mêmes. S'il est difficile d'établir clairement une division de ces roches de sédiment à partir d'une couche centrale en deux séries identiques, l'une à droite, l'autre à gauche, on trouve cependant quelques faits qui militent en faveur de cette idée.

1° Il y a des deux côtés de la vallée de Chamonix des représentants du terrain triasique. Il est vrai que, sur la rive droite, ils ne sont pas les mêmes que sur la rive gauche.

2° On rencontre également, des deux côtés de cette vallée, des calcaires à bélemnites, nos 4 et 6, qui sont peut-être le prolongement latéral l'un de l'autre. Dans cette hypothèse, les schistes argileux n° 5 seraient la partie centrale et la plus récente de cette série de couches.

Enfin, dans l'hypothèse d'un reploiement des couches, il resterait une lacune apparente, savoir : l'absence du terrain houiller, nos 11 et 12, entre le trias n° 3, et les schistes cristallins n° 2 du Mont-Blanc. Nous reviendrons plus tard sur ce sujet (§ 533), et nous terminerons ici la description de la coupe de l'Aiguille des Posettes.

§ 525. — Il n'y a pas beaucoup d'observations à faire dans cette dernière montagne relativement au **terrain erratique**; les roches moutonnées et arrondies s'y élèvent jusqu'au sommet, à 2208 mètres; quelques blocs erratiques se remarquent à environ 50 mètres au-dessus des chalets de Balme, lesquels sont à 1986 mètres [1], et d'autres blocs à 400 ou 500 mètres au-dessus du village de Valorsine, sur le flanc des Posettes; enfin, on voit une moraine entre le bois Magnin et le col de Balme.

[1] Osterwald, *Hypsométrie*, p. 104. Les blocs sont peut-être à 2058 mètres, parce qu'il se peut qu'il y ait eu une erreur au sujet des chalets au-dessus desquels la hauteur a été évaluée, il y a peut-être des chalets à 2008 mètres au-dessus de la mer (§ 119).

§ 526. — Pour achever l'étude de ce massif, je décrirai la route de Martigny à Chamonix par la Tête Noire, en rapportant les observations faites dans des localités voisines du chemin. Je commencerai par la montagne de l'Arpille située à l'O. de Martigny, entre ce bourg et la vallée de Salvan.

Pour la visiter, on peut y monter directement de Martigny; mais je m'y suis rendu par le **col de la Forclaz** (1546 mètres). En allant à ce col, on observe un calcaire bleu noirâtre, contenant des entroques; il alterne avec des schistes argilo-talqueux. Ce calcaire est le prolongement de l'Aiguille de Fer, voisine du col de Balme. Les couches en sont dirigées du N.-N.-E. au S.-S.-O. et plongent de 55° à l'O.-N.-O., c'est-à-dire qu'elles sont redressées contre la montagne de Bovinnaz, et qu'elles s'inclinent sous celle de l'Arpille; mais il n'y aurait rien d'étonnant à ce qu'on découvrît ailleurs une inclinaison opposée, tant il y a d'ondulations dans ces couches.

Ces calcaires se prolongent jusqu'au château de la Bathie ou de la Bathiaz (§ 484) près de Martigny, où ils disparaissent sous les alluvions du Rhône.

On retrouve encore des calcaires noirs sur le revers occidental du col de la Forclaz. On a fait un singulier *chemin de fer en bois* qui va du glacier du Trient à ce col, et qui est destiné au transport de la glace; en le suivant, on voit la superposition des roches cristallines au calcaire. En effet, le col de la Forclaz est situé sur les *schistes cristallins* (*s*, Pl. XVIII, fig. 5) qui plongent au S.-E. sous la chaîne du Mont-Blanc; sur eux repose une espèce de *pétrosilex* (*p*) qui n'est peut-être qu'un filon. Au delà vient un *calcaire noir* un peu cristallin (*j*), recouvert par la *cargneule* (*ca*) dont la puissance est d'environ 50 mètres. Cette roche

est surmontée par des *éboulements* (*o*) qui ne permettent pas de voir sa jonction exacte avec les *schistes cristallins supérieurs* (*s'*) qui ne sont toutefois qu'à quelques pas de la cargneule. Or, comme ces roches se succèdent avec une inclinaison de 30° au S.-E., le gneiss recouvre bien évidemment les roches sédimentaires.

En résumé, les terrains qui entrent dans la composition de cette coupe sont les suivants :

Schistes cristallins (*s'*).

Terre et éboulements (*o*) ; on ne voit pas les roches en place.

Cargneule (*ca*).

Calcaire noir (*j*).

Pétrosilex (*p*).

Schistes cristallins (*s*) du col.

La variation d'épaisseur que présentent ces roches est remarquable. Le calcaire (*j*) n'a ici qu'une faible puissance, tandis qu'il constitue au S.-O., de l'autre côté de la vallée de Trient, la grande montagne de l'Aiguille de Fer dont les couches sont supérieures à celles du Catogne, également calcaires. Au-dessous de cette dernière montagne vient une puissante masse de grès houiller et de poudingue de Valorsine qui s'étend jusqu'à la Tête Noire, tandis qu'à la Forclaz on ne voit que des schistes qui m'ont paru appartenir aux roches cristallines et non pas au terrain houiller.

§ 527. — Dans les environs du chemin de Martigny, au col de la Forclaz, les **blocs erratiques** sont abondants et considérables. Deux moraines de glacier sont placées à peu près aux deux tiers de la montée, l'une à droite, l'autre à gauche du sentier. Dans les environs du col, les blocs de protogine sont fort nombreux. Il est probable que le

glacier du Trient a franchi autrefois ce passage, pendant que les glaciers venant des Tours Sallières (par le vallon de Barberine), du Buet, des Aiguilles Rouges et peut-être de la partie supérieure de la vallée de Chamonix, obstruaient la vallée de Salvan dont le niveau est d'environ 100 mètres plus bas que celui de la Forclaz.

§ 528. — De la Forclaz on se dirige sur les **chalets de l'Arpille** (1818 mètres) en passant par un sentier très-rapide, au travers d'une belle forêt de mélèzes et de sapins. On arrive sur un plateau incliné, couronné d'élégants monticules boisés qui atteignent 2082, 1889, 1830 et 1695 mètres au-dessus du niveau de la mer (carte fédérale), et qui forment la crête de la montagne. En parcourant celle-ci en 1863, je n'ai vu que des gneiss et pas une roche rappelant le poudingue de Valorsine. Je puis donc être certain maintenant que j'aurais mieux fait de colorier cette montagne, dans ma carte géologique, de la couleur des schistes cristallins, plutôt que de celle du terrain houiller. J'ai expliqué (§ 484) quelle avait été la cause de mon erreur ; je n'y reviendrai pas.

En descendant de l'Arpille à Martigny par le sentier ordinaire, on pourra étudier au-dessous de Barme le magnifique dépôt de blocs erratiques dont j'ai déjà parlé (§ 94).

§ 529. — Lorsque de la Forclaz on se dirige sur Chamonix par la Tête Noire, on commence par descendre au **hameau de Trient** qui est construit sur une ancienne moraine de glacier, d'après M. Ch. Martins. On chemine ensuite dans un charmant sentier au milieu d'une forêt dont les arbres ont cru parmi d'énormes rochers de poudingue de Valorsine. On ne peut distinguer aucune stratification dans la montagne, sauf près du confluent de l'Eau Noire et du Trient, où les couches plongent au S.-E. Lorsque les

cailloux du poudingue manquent, les grès ressemblent aux schistes cristallins. Les cailloux quartzeux sont toujours les plus communs. Dans la partie supérieure de ce terrain, c'est-à-dire dans les environs du hameau de Trient, les roches sont à grains fins et se rapprochent du grès plutôt que du poudingue. On pourrait les nommer grès de Trient. Dans la partie inférieure, elles sont à l'état de conglomérat et forment le poudingue de Valorsine. En examinant la nature de quelques blocs, on est porté à croire que ces grandes masses de terrain houiller sont traversées par des veines ou des masses granitiques qu'on ne peut discerner au milieu de la végétation et des éboulements. On observe de vrais gneiss et des granits renfermant des nids de chlorite, etc., associés au poudingue, qui contient également des parties très-quartzeuses accompagnées de feldspath et de mica blanc en grandes lames et en prismes : d'où l'on peut conclure que cette substance n'a pas toujours été amenée par le transport, mais qu'elle a cristallisé sur place. Le quartz renferme parfois des prismes de tourmaline, et j'en ai remarqué qui étaient remplis de quartz à l'intérieur ; c'est un arrangement analogue à celui de la mâcle.

Ce qu'on appelait anciennement le Maupas (mauvais pas) est situé à l'angle de la montagne, au point où la route quitte la vallée du Trient pour entrer dans celle de l'Eau Noire, près de la **Tête Noire**. Ce passage a été considérablement amélioré depuis de Saussure. On y voit des calcaires micacés contenant des pyrites et du graphite cristallisé, associés à de véritables gneiss dont la direction et la position en couches presque verticales sont variables. Ce calcaire ressemble par son gisement à ceux des Aiguilles Rouges (§ 467), des Crottes (§ 458), de Létroz (§ 530) et de l'extrémité septentrionale de l'Arpille (§ 484).

§ 530. — On peut aller à **Létroz**, en face du Maupas, en traversant le Trient sur un pont très-singulièrement situé dans un profond ravin. On exploite près du hameau un calcaire saccaroïde enclavé dans un gneiss à mica brun et à éclat métallique. Un peu plus haut, le granit perce les schistes cristallins et se joint probablement à celui qui est voisin du confluent de l'Eau Noire et du Trient.

§ 531. — Au-dessous de la **Tête Noire**, M. F. Soret a trouvé, en 1825, de beaux cristaux de brookite qui ont été décrits par Lévy [1]. Ils sont placés, avec des cristaux de quartz hyalin, dans les renflements et dans les fissures d'un grand filon de quartz vertical, qui traverse les grès et les poudingues du terrain houiller. Un peu au-dessous affleure une masse de granit avec des tourmalines, et beaucoup plus haut, près des Jeurs, on a trouvé de la pinite dans des roches quartzeuses à grandes lames de mica blanc.

Les rochers qui entourent la Tête Noire sont formés de terrain houiller, tantôt à l'état de poudingue, tantôt à l'état de grès alternant avec des schistes argileux et renfermant du calcaire, soit disséminé dans leur intérieur, soit en petits cailloux. Ce terrain se prolonge d'un côté aux Posettes et de l'autre à la montagne de Dzéman (§ 485), sur la rive droite du Rhône, en passant par la vallée de Salvan.

Les grès et les schistes argileux alternent entre la Tête Noire et le tunnel, ainsi qu'ils sont représentés dans la Pl. XVIII, fig. 12, 13, 14 (a = schiste argileux, g = bancs de cailloux ou de grès). Il est évident que les bancs de cailloux indiquent la stratification, et cependant les schistes argileux sont divisés par des joints qui coupent cette stratification. Ces ardoises n'ont pu se déposer de la sorte, et

[1] *Annals of phylosophy*, février 1825, p. 140.

il y a eu certainement un clivage résultant de forces mécaniques qui ont agi sur la roche postérieurement à son dépôt, au moment peut-être où les montagnes ont pris leur relief actuel. Le passage de la Tête Noire est intéressant à visiter sous ce rapport, parce que les effets de clivage, qui font commettre aisément des erreurs au sujet de la stratification, s'y présentent sur une petite échelle et sont faciles à étudier [1].

§ 532. — Au delà du tunnel on est encore sur le terrain houiller. On peut y recueillir des végétaux fossiles près de l'ancien **Fort du Chatelard**, dans un banc de schistes argileux qui est vertical, et qui coupe la vallée sous un angle très-aigu.

Au delà du Fort (un peu au S. de la limite de la France et de la Suisse), on observe une roche pétrosiliceuse, et à environ deux cents pas avant Barberine on trouve du granit porphyroïde. De là au col des Montets, on remonte la vallée de Valorsine où se voient des schistes cristallins et les masses de granit porphyroïde avec les filons dont j'ai déjà parlé (§ 471).

Le col des Montets, situé entre Valorsine et Argentière à 1474 mètres au-dessus du niveau de la mer, porte de nombreuses traces du passage des glaciers; ce sont des blocs erratiques et des roches moutonnées, polies, striées et cannelées (Pl. XVIII, fig. 7). Nous avons déjà dit que des surfaces ayant ces caractères se remarquent jusqu'au sommet des Posettes (2208 mètres); elles se voient également sur les Aiguilles Rouges où elles atteignent à peu près le même niveau, et où elles se présentent de la manière indiquée dans la Pl. XVIII, fig. 10, lorsqu'on les regarde des environs

[1] Voy. des faits analogues indiqués par M. Fournet, *Ann. de Lyon*, 1846, IX, 59.

de Valorsine. Les aiguilles qui n'ont jamais été arrondies par les glaciers, s'élèvent au-dessus des surfaces frottées [1]. La limite entre ces deux espèces de roches, qui est si bien indiquée ici, suit la rive gauche de la vallée de Valorsine sur les flancs du Gros Perron, du Bel Oiseau et continue dans la vallée de Salvan. Il est probable, comme je l'ai déjà dit, que le glacier d'Argentière et le glacier du Tour, au temps de leur grand développement diluvien, auront trouvé la vallée de Chamonix encombrée par d'énormes glaciers descendant, soit de la cime la plus haute des Alpes, soit du plus grand cirque de cette région, celui de la Mer de Glace; alors les glaciers du haut de la vallée de Chamonix auront été forcés de franchir le col des Montets, et après s'être joints à ceux du Buet, d'Entraigues, d'Émaney et du Trient, auront fait refluer ce dernier par le col de la Forclaz et se seront déversés dans la vallée du Rhône en suivant la vallée de Salvan (§ 477).

[1] Dans le *système glaciaire* de M. Agassiz (1847), Atlas, Pl. A, on trouve un dessin semblable reproduit dans le *Jahrbuch des Schw. Alpenclub*, 1864, 439.

TABLE DES MATIÈRES

Pages.

Chap. XVII. MASSIF DU CHABLAIS 1

I. GENERALITES. Limites. Auteurs, § 284. — Orographie, chaînes semi-circulaires, côté de la vallée de l'Arve, côté de la vallée du Rhône, 285.

II. MONTAGNES AU S.-E. DES VOIRONS ET SUR LA RIVE DROITE DU GIFFRE. Mont Vouant, 286. — Gypse du Bouchet. Bogève, 287. — Déluge de Viuz. Pointe des Neus, 288. — Callovien de Viuz. Lias. Partie supérieure de la chaîne, 289. — Revers sud (lias). Oxfordien de Pouilly, 290.

Vallée de Boëge. Direction des vallées, 291. — Miribel (lias), 292. — Ermante. Lias, fucoïdes, 293. — Sur le Mont (oxfordien), 294.

St-Jeoire. Course aux Charmettes. Schistes à fucoïdes. Fossiles oxfordiens des Charmettes, 295. — Chavan. Somman, 296.

De St-Jeoire à Samoëns. Don. Mieussy. Bloc urgonien. Terrasse, 297. — Matringe, coupe, fossiles de l'infra-lias. Lias, 298. — Résumé. Calcaire du Chablais, 299. — Tré Denta, Marcely, 300. — Taninge. Terrain houiller. M. Studer. M. Sismonda; réfutation, 301. — Coupe. Végétaux fossiles. Observation de M. Gœppert. Mes observations, 302. — Pointe de Marcely. Calcaire brèche. Bélemnite. Lias, 303. — Structure de la contrée. Dénudations, 304.

De Taninge à Samoëns. Serpentine de la montagne de Loi. Amygdaloïde du Simmenthal, 305. — Jouplane, cargneule, Valentine, Suets. Moraine. Terrain crétacé, 306.

III. LES ALLINGES ET LES MONTAGNES A L'EST DES VOIRONS ET A L'OUEST DE LA DRANSE. Allinges. La Rochette, Rovéréaz, 307. — Macheret. Gypse de Lully. Chalet Marmoi, fossiles infra-liasiques, 308. — Coupe du mont Fourchu (infra-lias). Terrain erratique, 309. Montagne d'Armone, lias, 310. — Lac d'Orcier, 311. — Lullin. Bellevaux, 312. — Niflon. Sarazine. Billiat, 313. — Vallonet, fucoïdes. Pierre-Saône, 314. — Roc d'Enfer, 315.

IV. LES BORDS DE LA DRANSE, DE SON EMBOUCHURE A BIOGE. Course de Thonon au pont de Bioge. Coupe : macigno alpin, trias, Armoi, 316. — Infra-lias, lias, infra-lias, trias, 317. — Structure de ces roches, 318.

Pages.

V. Bords du lac et du Rhône, de l'embouchure de la Dranse a Monthey. Colline d'Evian. Cargneule de Vinzier. Macigno de Bonnaz, 319. — Roches de Meillerie. Auteurs, 320. — Coupes et fossiles, trias, infra-lias et lias, 321.— Résumé, 322.— Eboulement du Leucon, Tauredunum, 323. — Grès du Bouveret, 324.— Port Valais, 325. — Evouettes, Tauredunum, 326. — Gravier de Noville, 327.— Gypse de Draversa. Monthey. Blocs erratiques, 328.

VI. Montagnes situées entre la Dranse et le Rhône. Grammont, lias, 329. — Combre : col de Vernaz, mine de charbon. Cornette de Bise, 330. — La Chapelle, mont Chauffé. Fossiles kimméridiens, 331. — Notes sur ces fossiles, 332. — Conclusions de M. Mérian et de M. Oppel, 333. — La Chaux, superposition des fucoïdes au kimméridien. Le Sex, 334. — Montagnes de Bise, 335. — Darbon ou d'Arbon. M. Elie de Beaumont, 336. — Pellionaz (lias). Blocs erratiques. Prétendue obsidienne. Vacheresse, 337. — Résumé sur la position du charbon, 338.— Montagnes aux environs de Bise. L'Haut. Dent d'Oche, moraine, 339. — Aux Neuves. Mémise. La Joux, 340.

Vacheresse. Tréchauffé, Orson, Forclaz, Au Cercle, Corbier, 341. — Gypse d'Abondance. Lias au sud d'Abondance. Montriond, 342. — Grange, 343.

De la chapelle à Morgins par la Vallée, 344. — Par la montagne. Fucoïdes. Tréveneuse, 345. — Morgins. Source, 346. — Alpes noires, 347. — Grès de Troistorrents. Végétaux fossiles. Mines de Bex (note), 348. — Pentes de la Dent du Midi. Champéry, 349.

VII. Résumé de la constitution géologique du Chablais. Terrain glaciaire. Schistes à fucoïdes. Etage kimméridien, 350. — Etage callovien, du lias, de l'infra-lias, du trias, du terrain carbonifère. Ancien état du Chablais, 351.

Chap. XVIII MASSIF DES VERGY ET DE LA TOURNETTE. 141

I. Divisions adoptées, § 352.

II. Des terrains et de l'orographie. Énumération des terrains qui entrent dans la composition de ce district. — Le grès de Taviglianaz est une roche volcanique, 353. — Orographie; détails sur la carte Pl. VIII. — Les chaînes forment un quart de cercle, 354. — Ressemblance de cette région avec le Jura, 355.

III. Montagnes de la rive droite de la Borne. Mont d'Anday, Brezon. Terrains variés, leur structure, refoulement latéral, 356. — Eglise du mont Saxonet, cime du Brezon, bloc erratique à 1665 mètres, 357. — Solaison, l'Eschaut, coup d'œil général, 358.

Détails, gault, Malatrait, mont Saxonet, Solaison, Pierre aux Loups, 359. — Glacière, Planet, ter. aptien, fossiles, 360. — Biolan, Macigno alpin. Renversement. Lac Béni. Les Vergy, leurs cimes,

Pages.

leur composition, leur structure, 361.— Revers Sud-Est des Vergy, glacière, la Goudinière, travail de MM. d'Espine et E. Favre, 362.

IV. Vallée de la Borne. Description, St-Pierre de Rumilly, plaine des Rocailles. Grands contournements. Les Etroits, 363. — Mine du Petit Bornand (charbon nummulitique), 364.

V. Montagnes comprises entre la Borne et le Fier Mollasse d'Orange. Renversement de Ballajou. Terrain crétacé, 365. Col de Teine, ter. nummulitique, gault, 366. — Descente du col à Bonneville, 367.— Sous Dinaz. Thorens. Ter. crétacé, 368.— Charbon du Crêt de Léba, Montolvert : les Oges, Sapey, 369.

Course au Parmélan, renversement, 370. — Glacières. Karrenfeld remarquable. Ter. urgonien, 371. — Montagne des Bœufs, gault, 372. — Configuration, 373.

De Thorens à Thônes. Balme de Thuy. Calvaire de Thônes, 374.

VI. Montagnes situées entre le Fier et le lac d'Annecy. Ascension de la Tournette, 375. — Descente du côté de Montmin, grand pli. Muraz, 376. — Mine de charbon de Montmin (nummulitique). Marclosan, 377. — Oxfordien de Talloires, 378. — Roc de Chères. Bains romains. Menthon, 379. — Dénudation entre les montagnes, 380.

Montagne de Veyrier; formation crétacée et nummulitique, 381. — Col Rampon, renversement, 382. — Pont St-Clair, coupe, terrain urgonien et néocomien, 383. — Extrémité occidentale, terrain nummulitique? 384.

Montagnes de la rive occidentale du lac d'Annecy, base du Semnoz, Entrevernes, 385.

VII. La Belle Étoile. Gibbon-horn de Backewell. Terrain jurassique, 386. — Terrain néocomien; craie, 387.

VIII. Vallée de Thônes et du Reposoir; chaine du mont Charvin et de la Pointe Percée. De Faverges à Serraval, 388.— Col de l'Epine. Singulière structure de la vallée entre le mont Charvin et la Tournette, mont Charvin, gault, 389. — Le Freu. Roche Vieille. Sulens. Créverman, trias, gypse, infra-lias. Combe, 390. — Gypse de Serraval, trias. La Frasse, infra-lias, 391.— Le Bouchet, terrain nummulitique, terrain oxfordien, 392.— Macigno alpin. Mont Vaunessin, 393. — Coupe de St-Jean-de-Sixt, les Etroits, mont Maisy, 394.

La Clusaz, col des Aravis, 395. — De la Clusaz au Reposoir. Les Confins. Moraines d'anciens glaciers formées à un moment où la température était à peu près ce qu'elle est aujourd'hui, 396. — La Bombardelle, ter. crétacés. Le Plattuy, 397. — Col des Almes, trias, renversement, 398. — Montagne des Almes. Maroly. Col du Grand Bornand, coupe; terrain houiller, infra-lias, 399. — Coupe des Almes, 400. — Notice sur la vallée du Reposoir. Coupe près de Som-

Page

miers, 401. — De Saussure à la Chartreuse. Pointe Percée. Passage du Méry, 402. — Romme. Réunion de deux chaînes. Nancy, Cluses, 403.

Chap. XIX. MASSIF DES FIZ 225

Limites. De Cluses à Châtillon. Dégagement de gaz. Gypse, trias, § 404. — De Cluses à St-Sigismond. Terrain crétacé renversé, 405.

La Pellaz, macigno, 406. — M. Keferstein. Montagne de Cluses, refoulement, 407. — Escarpement urgonien, terrains divers. Contournements, Arpennaz, 408. — Coupe du château de Bellegarde à la Colonne, 409. — Mine de Pernant (Arache), charbon nummulitique. Auteurs. 410. — Fossiles, 411. — Arbairon. Vernant, demi-cirque, 412.

De la Colonne à Flaine, lac, coupe, terrain crétacé, 413. — Chalet de l'Essex, coupe. Karrenfeld du Désert de Platet, 414.— Gault. Le Traversant blanc. Calcaire nummulitique, 415. — Fort de Platet, vue. Platet, fossiles nummulitiques, 416. — Escarpement de Platet, 417. — Col de la Portettaz. Dérochée. Sales, 418. — Cimes voisines de Sales, dénudation, 419. — Pointe Pelouse, coupe, 420. — Pierre carrée, bloc de spath fluor, forme des couches, 421. Vue sur le Désert de Platet, 422.— Les Fiz. Brongniart. Buckland. Beudant. De Luc, 423. — Necker, coupe. Il n'y a pas deux couches de gault, 424 et suiv. — Description des Fiz, 425. — Montagne peu solide. Coupe du côté de Servoz. Vue du côté de Sixt, 426. — De Sales à Sixt, craintes d'éboulements. Faucilles du Chantet, Servagny, 427.

Chap. XX. LES AVOUDRUZ ET LA DENT DU MIDI 260

I. LIMITES DU DISTRICT, § 428.

II. MONTAGNES ENTRE SAMOENS ET BONNAVAUX PRÈS CHAMPÉRY. Les Suets près Samoëns. Terrain nummulitique. Gault, 429.— Vallée du Clévieux, 430. — Le Criou. Gault. Surfaces polies. Moraines d'anciens glaciers, 431.

Vallée de Sixt. Trias. Etage jurassique moyen. Lias de Prazon, 432. — Course des Avoudruz ou Pointe de Salvadon. Coupe du mont Chambet ou Sambet aux Avoudruz. Deux couches de gault, 433.

Revers nord des Avoudruz. Le Folly. Odaz. Terrains crétacés, 434. — Chaîne du Tuet. Contournement. Val de Bossetan ou de Bostan, 435. — Tête Ronde ou la Vouille, son sommet, sa base du côté de Sardonnière ou de Chardonnière. Col de Golèze, 436. — Col de Bossetan ou de Bostan, 437.

Manière de faire les courses, 438. — Sagerou. Tête de Péruaz, fossiles du terrain jurassique inférieur. Le Boray, mine de fer. Chamoison. Les Fleuriers, 439. — Col de la Golette. La Vogelle. Dents Blanches. Bossetan, 440.

Col de Golèze. Gypse de Vigny. Col de Coux. Ravine Noire, 441.

Pages.

Vallée de Barme. Mont de Barme. Contournements de la chaîne de la Dent du Midi, entre le col de Golèze et la Dent de Bonnavaux, 442.

III. De la Dent du Midi a St-Maurice. Dent du Midi; observations de MM. Renevier et Delaharpe, renversement, fossiles nummulitiques et crétacés; sommet de la Dent. Rétrécissement de la zone crétacée, 443. — Course à la Dent du Midi. Détails géologiques; le sommet est jurassique, 444. — Susanfe; Tours Sallières; renversement des couches; loi de Studer, 445.

Forme du vallon de Susanfe. Val d'Illiez. Léopold de Buch; environs de Champéry, structure inexpliquée, 446. — La Valerette. Les Crêtes; Vérossaz près de St-Maurice; renversement signalé par M. Delaharpe; doutes. La Crétaz près d'Epinacey. Torrent de St-Barthélemy, 447. — Mex, Sex-ro, 448.

IV. Montagnes de la rive droite du Rhône. La Dent de Morcle; a-t-elle été jointe à la Dent du Midi? 449. — Pli au sommet de la Dent de Morcle. Argentine. Le Moveran d'après M. Delaharpe. Vallée de Nant, 450.

La structure des Vergy se prolonge jusqu'à Gsteig et Adelboden; sa ressemblance avec la structure en éventail; son origine, 451. — Grande faille s'étendant de Châtillon à Adelboden, 452.

Chap. XXI. MASSIF DU BRÉVENT ET DES AIGUILLES ROUGES 297

I. Des limites du massif, des auteurs, § 453.

II. Du Brévent et de ses environs. Servoz, son ancien lac, ses mines, ses minéraux, 454. — Terrain houiller, 455. — Coupeau. Montagne du Fer; végétaux houillers, 456.— Base du Brévent, 457. — Course de Chamonix à Moëde; Pliampra; les Crottes, calcaire dans le gneiss; sommet du Brévent, 458.— Protogine rare; Arlevé. Vallée de la Dioza, 459.

III. Rive droite de la Dioza. Coupe entre la Dioza, le col d'Anterne et les Fiz; terrain houiller, végétaux fossiles; terrain triasique; terrain jurassique; terrain crétacé; résumé, 460. — De Moïde ou Moëde à Sixt. Col d'Anterne, fossiles calloviens. Dénudation. Tanneverge du Buet. Les Fonds, 461. — De Moëde à Servoz; Pormenaz, 462.

IV. Les Aiguilles Rouges. Les Rafforts près de Chamonix, calcaire, terrain houiller, 463. — La Flégère, Glière, Floria. Première vue du calcaire au sommet de l'Aiguille Rouge, 464. — Lac Noir. Lac Cornu, belles roches, 465. — Tentative pour monter à l'Aiguille Rouge, 466. — Ascension en partant de Villy, 467. — Observations, 468. — Descente. Conclusion, 469. — Necker. Dolomieu. Pallas, 470.

Pages.

V. De la vallée de Valorsine et du Buet a la vallée du Rhône. Col des Montets. Valorsine, filons de granit, 471. — De Saussure. Hutton, position du granit, 472. — Le Buet, sa coupe, 473. — Son sommet. Berthout van Berchem. De Luc. Escher, 474. — Col de Salenton, coupe de Villy, 475. — Grenairon. Vieux Cheval-Blanc, fossiles calloviens. Coupe dans la vallée d'Entraigues, 476.

Vallée de Salvan. Perron. Van, 477. — Col de Salanfe. Salantin. Chalet de Salanfe, 478. — Emaney. Barberine. Col de Taneverge, fossiles. Tours Sallières. Pointe de Tanneverge, 479. — Grand Moveran, fossiles, 480. — Cascade de Barberine, 481.

VI. Vallée du Rhône de St-Maurice a Martigny. Evionnaz, 482.— Pissevache. Terrain houiller de Vernayaz, 483.—Trient. La Bathie, calcaire, 484.

Rive droite du Rhône. Morcle. Terrain nummulitique, terrain crétacé, terrain jurassique, trias, arkose. Deux massifs cristallins. Terrain houiller d'Erbignon, végétaux fossiles, calcaire de Fully, 485.

VII. Résumé relatif au massif des Aiguilles Rouges. Terrains. Soulèvement, 486. — Dénudation, sa puissance, son époque, son influence sur le terrain erratique, 487.

Chap. XXII. MASSIF DU MONT-BLANC 364

I. Généralités. Route de Servoz a Chamonix. Des divers massifs de roches cristallines dans les Alpes, § 488.— Position de la crète du massif du Mont-Blanc, 489. — Auteurs divers, 490. — Limites du massif. Plan de sa description, 491.

Pont Pélissier. Les Montées, roches difficiles à classer. Grès de Chavans, 492. — Traces de glaciers. Vallée de Chamonix, 493.

II. Partie septentrionale du revers nord-ouest du Mont-Blanc, de Chamonix a la Forclaz de Martigny. La protogine; minéraux qui la composent, § 494. — Son analyse, 495. — Sa position. Minéraux accidentels, 496. — Arkésine, Dolérine, Spurine, Notite, Abrosine, Jadine, Liparine, Picrine, Nomicite, 497.

Course au Montanvert ou Montenvers. Schistes cristallins, 498. — Minéraux de Caillet. Pierre ollaire, 499. — Porphyre gris, 500. — Montanvert. Les Aiguilles, blocs erratiques, 501.—Pierre ollaire, 502. —Jonction des schistes et de la protogine. L'Angle. Mer de glace, 503. — La Noire. Roches diverses. Épaisseur de la glace. Télésie, 504. — Aiguille du Dru. Aiguille du Moine. Chaux fluatée, 505. — Course du Jardin. Structure du centre de la chaîne. Roches polies, 506.

Le Chapeau; superposition des schistes cristallins au calcaire, 507. — Côte du Piget. Bonna-Ney, même superposition. Coupe de M. Ruskin, 508. — Moraine du glacier des Bois. Chronomètre, les Tines, 509.

La Rosière, coupe. Prétendue ardoise dans la protogine, course à la base de l'Aiguille Verte, 510. — Inclinaison des couches, le Moine, l'Aiguille Verte, les Rachasses, 511.— Glacier d'Argentière, minéraux, 512.

Schiste argilo-ferrugineux rouge et vert d'Argentière. Moraine. M. Necker, 513. — Le Tour. Col de Balme. Aiguille de Fer. Fenêtre de Saleinoz, 514. — Course au glacier du Trient, filon de granit, pierre ollaire, éclogite, Vezevey, 515.

III. Les Posettes et l'Arpille. Limites. Coupe du Tour à Valorsine, 516. — Roches cristallines du Mont-Blanc, 517. — Cargneule, 518. — Terrain jurassique, 519. — Trias, 520. — Terrain houiller, poudingue. Berger, de Saussure, Werner, Necker, Dolomieu, Bertrand, Buckland, Bakewel, 521. — Il est difficile de distinguer le grès houiller des schistes cristallins, 522. — Glacière, roches cristallines de Valorsine, 523. — Réflexions, 524. — Terrain erratique, 525.

De Martigny à Chamonix. Col de la Forclaz, 526. — Blocs erratiques, 527. — L'Arpille, blocs erratiques, 528. — Trient. Maupas. Calcaire cristallin, 529. — Létroz, 530. — Tête Noire, Brookite, poudingue, clivage, 531. — Chatelard. Terrain houiller. Valorsine. Col des Montets. Anciens glaciers, 532.